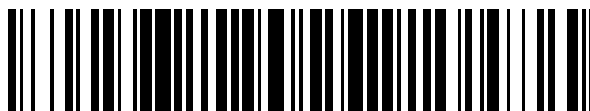


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 168**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26

(2006.01)

H04J 13/00

(2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08000117 .5**

96 Fecha de presentación: **04.01.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **1944935**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2008**

54 Título: **Procedimiento para establecer el desplazamiento cíclico considerando el desplazamiento de la frecuencia**

30 Prioridad:
05.01.2007 US 883754 P
10.01.2007 US 884398 P
05.02.2007 KR 20070011772
30.04.2007 US 915096 P
01.06.2007 US 941562 P
11.10.2007 KR 20070102563

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.07.2012

73 Titular/es:
**LG ELECTRONICS, INC.
20, YOIDO-DONG, YOUNGDUNGPO-GU
SEOUL 150-721, KR**

72 Inventor/es:
**Han, Seung Hee;
Noh, Min Seok;
Kwon, Yeong Hyeon;
Lee, Hyun Woo;
Kim, Dong Cheol;
Kwak, Jin Sam y
Vujcic, Dragan**

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

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).

ES 2 385 168 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para establecer el desplazamiento cíclico considerando el desplazamiento de la frecuencia

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente coreana nº 10-2007-0011772, presentada el 5 de febrero de 2007 y de la solicitud de patente coreana nº 10-2007-00102563, presentada el 11 de octubre de 2007.

La presente solicitud también reivindica el beneficio de la solicitud provisional estadounidense con nº de serie 60/883.754, presentada el 5 de enero de 2007, de la solicitud provisional estadounidense con nº de serie 60/884.398, presentada el 10 de enero de 2007, de la solicitud provisional estadounidense con nº de serie 60/915.096, presentada el 30 de abril de 2007 y de la solicitud provisional estadounidense con nº de serie 60/941.562, presentada el 1 de junio de 2007.

Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

La presente invención versa acerca de una secuencia de un sistema de comunicaciones inalámbricas y, más en particular, acerca de un procedimiento para establecer un desplazamiento cíclico en consideración de características de una secuencia CAZAC para resolver el problema de un desplazamiento de la frecuencia.

Exposición de la técnica relacionada

Una secuencia de correlación automática de amplitud constante nula (CAZAC) es representativa de diversas secuencias que han sido expuestas de forma detallada en 3GPP LTE.

Generalmente, los canales extraen una variedad de identificadores (ID) o información usando la secuencia CAZAC; por ejemplo, canales de sincronización (por ejemplo, un SCH primario, un SCH secundario y un BCH) para la sincronización del enlace descendente, otros canales de sincronización (por ejemplo, un RACH) para la sincronización del enlace ascendente y canales piloto (por ejemplo, un piloto de datos y un piloto de calidad del canal). Además, se ha usado la secuencia CAZAC anteriormente mencionada para llevar a cabo la mezcla.

Se han usado dos tipos de procedimientos para la secuencia CAZAC; concretamente, un primer procedimiento para cambiar un índice raíz por otro y emplear el índice raíz cambiado, y un segundo procedimiento para llevar a cabo un desplazamiento cíclico (CS) en una secuencia de una única raíz y emplear el resultado de CS.

Si un índice raíz actual se cambia a un nuevo índice raíz, ocurre una correlación cruzada baja entre el índice raíz actual y el nuevo índice raíz; sin embargo, no hay limitación alguna en el diseño de usos de secuencias.

En el caso del desplazamiento cíclico, existe una correlación cruzada nula entre el índice raíz actual y el nuevo índice raíz, de modo que se usan los dos índices raíz cuando cada uno de los índices raíz requiere una relación elevada de supresión. Específicamente, cuando se comparten los recursos de tiempo-frecuencia en la misma célula y se transmiten señales de datos/control, se adaptan los dos índices raíz antes mencionados para discriminar entre diferentes señales o diferentes UE.

Un ejemplo representativo de secuencias CAZAC es una secuencia Zadoff-Chu (ZC), y la secuencia Zadoff-Chu puede ser definida por la siguiente Ecuación 1:

[Ecuación 1]

$$x_u(n) = \exp\left(\frac{ju\pi(n+1)}{N_{ZC}}\right) \quad \text{para } N_{ZC} \text{ impar}$$

$$x_u(n) = \exp\left(\frac{ju\pi n^2}{N_{ZC}}\right) \quad \text{para } N_{ZC} \text{ par}$$

en la que "n" es indicativa de un índice de muestreo, "N_{ZC}" es indicativa de la longitud de la secuencia ZC y "u" es indicativa del índice raíz de la secuencia ZC.

Sin embargo, si el desplazamiento ocurre en un dominio frecuencial de la misma manera que en el caso en el que la secuencia CAZAC es transmitida usando el esquema OFDM, puede haber un deterioro excesivo del rendimiento y un aumento de la frecuencia de falsas alarmas.

Específicamente, si se aplica el desplazamiento cíclico (CS) a la secuencia CAZAC, ocurren con exceso el desplazamiento frecuencial o el desplazamiento temporal, de modo que resulta difícil discriminar entre secuencias.

LG Electronics: "RACH Design under Frequency Offset", Borrador 3GPP; R1-063162, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), Mobile Competence Centre; 650, Route des Lucioles; F-06921 Sophia-Antipolis Cedex; Francia, vol. RAN WG1, no. 47, Riga, Letonia; 1 de noviembre de 2006 (2006-11-01), XP050103617, considera varias formas de diseño de RACH bajo desplazamiento de la frecuencia. Para esto, se analizan los siguientes procedimientos: el uso de un RACH de 0,5 ms; el uso de un RACH de 1,0 ms; repetición del preámbulo, en la que se repite un preámbulo dentro de un RACH; uso de una secuencia larga, en el que, en una implementación, algunos índices de CAZAC usan secuencias ZCZ y algunos no, o, en otra implementación, un UE de alta velocidad usa una ranura especial de RACH con un periodo RACH largo y un UE de baja velocidad usa otro RACH especial con un periodo RACH corto.

Resumen de la invención

En consecuencia, la presente invención está dirigida a un procedimiento para establecer un desplazamiento cíclico (CS) considerando un desplazamiento de la frecuencia que obvia sustancialmente uno o más problemas debidos a limitaciones y desventajas de la técnica relacionada.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para establecer un desplazamiento cíclico (CS) para prevenir contra un desplazamiento de la frecuencia para que pueda evitar fácilmente que una secuencia (por ejemplo, una secuencia CAZAC) se deteriore bajo la condición en la que ocurre el desplazamiento de frecuencia.

Ventajas, objetos y características adicionales de la invención se expondrán en parte en la descripción que sigue y en parte serán evidentes para quienes tengan un dominio normal de la técnica tras el estudio de lo que sigue o de lo que puede aprenderse de la puesta en práctica de la invención. Los objetivos y otras ventajas de la invención pueden realizarse y lograr por medio de la estructura señalada en particular en la descripción escrita y en las reivindicaciones del presente documento, así como en los dibujos adjuntos.

Los objetos de la presente invención se logran por medio de las materias de las reivindicaciones independientes.

Según una realización de la presente invención, se proporciona un procedimiento para establecer un desplazamiento cíclico para ser aplicado a una secuencia dada contra un efecto de una alta frecuencia Doppler mayor que un valor predeterminado. Según el procedimiento, el procedimiento comprende: adquirir una primera variable (d_u) de un desplazamiento cíclico correspondiente a un desplazamiento Doppler de una separación de una subportadora usando un índice raíz (u) de la secuencia dada; adquirir variables secundarias que comprenden un número de grupos (G) comprendidos en la secuencia dada, una longitud (S) de cada grupo y un número (P) de desplazamientos cíclicos por grupo usando la primera variable (d_u); y establecer el valor de desplazamiento cíclico que ha de ser aplicado a la secuencia dada según las variables secundarias.

Preferentemente, las variables secundarias comprenden, además, un número de desplazamientos cíclicos adicionales que son aplicables a la secuencia dada no basados en el grupo (R).

Preferentemente, la secuencia dada es una secuencia Zadoff-Chu (ZC), y la primera variable es adquirida por una ecuación

$$d_u = \begin{cases} u^{-1} \bmod N_{ZC}, & 0 \leq (u^{-1} \bmod N_{ZC}) < N_{ZC}/2 \\ N_{ZC} - (u^{-1} \bmod N_{ZC}), & N_{ZC}/2 \leq (u^{-1} \bmod N_{ZC}) < N_{ZC} \end{cases}$$

en la que " u " indica el índice raíz de la secuencia ZC y " N_{ZC} " corresponde a una longitud de la secuencia ZC.

Y, en este caso, las variables secundarias son adquiridas de forma diferente según un intervalo de la primera variable (d_u), y el intervalo de la primera variable es dividido por un criterio correspondiente a 1/3 de la longitud de la secuencia dada ($N_{ZC}/3$).

Y, si el intervalo de la primera variable (d_u) es $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$, las variables secundarias son adquiridas por las ecuaciones

$$P = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$$

$$S = 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

$$G = \lfloor N_{ZC} / S \rfloor$$

$$R = \max\left(\left\lfloor (N_{zc} - 2 \cdot d_u - G \cdot S) / N_{cs} \right\rfloor, 0\right)$$

en las que "N_{cs}" es un parámetro predeterminado de desplazamiento cíclico, "P" corresponde al número de desplazamientos cíclicos por grupo, "S" corresponde a la longitud de cada grupo, "G" corresponde al número de grupos y "R" corresponde al número de desplazamientos cíclicos adicionales.

- 5 Por otra parte, si el intervalo de la primera variable (d_u) es (N_{zc}/3) ≤ d_u ≤ (N_{zc}-N_{cs})/2, las variables secundarias son adquiridas por las ecuaciones

$$P = \left\lfloor d_u / N_{cs} \right\rfloor$$

$$S = N_{zc} - 2 \cdot d_u + P \cdot N_{cs}$$

$$G = \left\lfloor d_u / S \right\rfloor$$

$$R = \min\left(\max\left(\left\lfloor (d_u - G \cdot S) / N_{cs} \right\rfloor, 0\right), P\right)$$

en las que "N_{cs}" es un parámetro predeterminado de desplazamiento cíclico, "P" corresponde al número de desplazamientos cíclicos por grupo, "S" corresponde a la longitud de cada grupo, "G" corresponde al número de grupos y "R" corresponde al número de desplazamientos cíclicos adicionales.

Y, preferentemente, dicho establecimiento del valor de desplazamiento cíclico (C_v) se realiza como una ecuación

$$C_v = S \cdot \left\lfloor v / P \right\rfloor + (v \bmod P) \cdot N_{cs}, \quad v = 0, 1, \dots, (P \cdot G + R - 1).$$

- 10 Y la secuencia dada puede ser para generar un preámbulo de acceso aleatorio.

En otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para establecer un desplazamiento cíclico para ser aplicado a una secuencia dada, comprendiendo el procedimiento: determinar si el desplazamiento cíclico ha de establecerse según conjuntos restringidos, restringidos debido a un desplazamiento Doppler; y establecer el desplazamiento cíclico que ha de ser aplicado a la secuencia dada considerado un desplazamiento cíclico correspondiente a un desplazamiento Doppler de una separación de una subportadora cuando se determina que el desplazamiento cíclico está establecido según los conjuntos restringidos.

- 15 Preferentemente, cuando se determina que el desplazamiento cíclico está establecido según los conjuntos restringidos, dicho establecimiento del desplazamiento cíclico que ha de aplicarse a la secuencia dada comprende: adquirir una primera variable (d_u) que indica el desplazamiento cíclico correspondiente a un desplazamiento Doppler de una separación de una subportadora usando un índice raíz (u) de la secuencia dada; adquirir variables secundarias que comprenden un número de grupos (G) comprendidos en la secuencia dada, una longitud (S) de cada grupo, un número (P) de desplazamientos cíclicos por grupo usando la primera variable (d_u) y un número (R) de desplazamientos cíclicos adicionales que es aplicable a la secuencia dada no basados en el grupo y establecer el desplazamiento cíclico que ha de ser aplicado a la secuencia dada según las variables secundarias.

- 25 Preferentemente, la secuencia dada es una secuencia Zadoff-Chu (ZC), y la primera variable es adquirida por una ecuación

$$d_u = \begin{cases} u^{-1} \bmod N_{zc}, & 0 \leq (u^{-1} \bmod N_{zc}) < N_{zc}/2 \\ N_{zc} - (u^{-1} \bmod N_{zc}), & N_{zc}/2 \leq (u^{-1} \bmod N_{zc}) < N_{zc} \end{cases}$$

en la que "u" indica el índice raíz de la secuencia ZC y "N_{zc}" corresponde a una longitud de la secuencia ZC.

- 30 Y las variables secundarias son adquiridas de forma diferente según un intervalo de la primera variable (d_u), y el intervalo de la primera variable es dividido por un criterio correspondiente a 1/3 de la longitud de la secuencia dada (N_{zc}/3).

En este caso, si el intervalo de la primera variable (d_u) es N_{cs} ≤ d_u < (N_{zc}/3), las variables secundarias son adquiridas por las ecuaciones

$$P = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$$

$$S = 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

$$G = \lfloor N_{ZC} / S \rfloor$$

$$R = \max\left(\lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u - G \cdot S) / N_{CS} \rfloor, 0\right)$$

en las que “N_{CS}” es un parámetro predeterminado de desplazamiento cíclico, “P” corresponde al número de desplazamientos cíclicos por grupo, “S” corresponde a la longitud de cada grupo, “G” corresponde al número de grupos y “R” corresponde al número de desplazamientos cíclicos adicionales.

5 Por otra parte, si el intervalo de la primera variable (d_u) es (N_{ZC}/3) ≤ d_u ≤ (N_{ZC}-N_{CS})/2, las variables secundarias son adquiridas por las ecuaciones

$$P = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} \rfloor$$

$$S = N_{ZC} - 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

$$G = \lfloor d_u / S \rfloor$$

$$R = \min\left(\max\left(\lfloor (d_u - G \cdot S) / N_{CS} \rfloor, 0\right), P\right)$$

en las que “N_{CS}” es un parámetro predeterminado de desplazamiento cíclico, “P” corresponde al número de desplazamientos cíclicos por grupo, “S” corresponde a la longitud de cada grupo, “G” corresponde al número de grupos y “R” corresponde al número de desplazamientos cíclicos adicionales.

Y, preferentemente, el desplazamiento cíclico (C_v) se lleva a cabo según la siguiente ecuación:

$$C_v = \begin{cases} v \cdot N_{CS}, & v = 0, 1, \dots, (\lfloor N_{ZC} / N_{CS} \rfloor - 1), \text{ para conjuntos sin restricción} \\ S \cdot \lfloor v / P \rfloor + (v \bmod P) \cdot N_{CS}, & v = 0, 1, \dots, (P \cdot G + R - 1), \text{ para conjuntos con restricción.} \end{cases}$$

10 Y la secuencia dada puede ser para generar un preámbulo de acceso aleatorio.

En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para establecer un desplazamiento cíclico que ha de ser aplicado a una secuencia dada, comprendiendo el procedimiento: (a) adquirir una variable d_u por medio de una ecuación

$$d_u = \begin{cases} u^{-1} \bmod N_{ZC}, & 0 \leq (u^{-1} \bmod N_{ZC}) < N_{ZC}/2 \\ N_{ZC} - (u^{-1} \bmod N_{ZC}), & N_{ZC}/2 \leq (u^{-1} \bmod N_{ZC}) < N_{ZC} \end{cases}$$

15 en la que “u” indica un índice raíz de la secuencia dada y “N_{ZC}” corresponde a una longitud de la secuencia dada; (b) adquirir variables G, S, P y R por medio de las ecuaciones

$$P = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$$

$$S = 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

$$G = \lfloor N_{ZC} / S \rfloor$$

$$R = \max\left(\lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u - G \cdot S) / N_{CS} \rfloor, 0\right)$$

cuando el intervalo de la primera variable (d_u) es $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$, y adquirir variables G, S, P y R por medio de las ecuaciones

$$P = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} \rfloor$$

$$S = N_{ZC} - 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

$$G = \lfloor d_u / S \rfloor$$

$$R = \min \left(\max \left(\lfloor (d_u - G \cdot S) / N_{CS} \rfloor, 0 \right), P \right)$$

cuando el intervalo de la primera variable (d_u) es $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$, en las que " N_{CS} " es un parámetro predeterminado de desplazamiento cíclico; (c) establecer el desplazamiento cíclico (C_v) por medio de la ecuación

$$C_v = \begin{cases} v \cdot N_{CS}, & v = 0, 1, \dots, (\lfloor N_{ZC} / N_{CS} \rfloor - 1), \text{ para conjuntos sin restricción} \\ S \cdot \lfloor v / P \rfloor + (v \bmod P) \cdot N_{CS}, & v = 0, 1, \dots, (P \cdot G + R - 1), \text{ para conjuntos con restricción} \end{cases}$$

- 5 en la que los conjuntos restringidos son conjuntos de desplazamientos cíclicos restringidos debido a un desplazamiento Doppler, y los conjuntos no restringidos son conjuntos de desplazamientos cíclicos no restringidos debido a un desplazamiento Doppler.

En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para transmitir un preámbulo de acceso aleatorio usando desplazamiento cíclico, comprendiendo el procedimiento: adquirir, a partir de información del sistema, un índice raíz (u) de una secuencia para el preámbulo de acceso aleatorio; establecer el desplazamiento cíclico que ha de ser aplicado a la secuencia, en dicho establecimiento, cuando se determina que el desplazamiento cíclico está establecido según los conjuntos restringidos debido a un desplazamiento Doppler, el desplazamiento cíclico que ha de ser aplicado a la secuencia se establece considerando un desplazamiento cíclico correspondiente a un desplazamiento Doppler de una separación de una subportadora; generar la secuencia según el índice raíz (u) con el desplazamiento cíclico establecido; y transmitir la secuencia con el desplazamiento cíclico como el preámbulo de acceso aleatorio.

Preferentemente, cuando se determina que el desplazamiento cíclico está establecido según los conjuntos restringidos, dicho establecimiento del desplazamiento cíclico que ha de aplicarse a la secuencia comprende: adquirir una primera variable (d_u) que indica el desplazamiento cíclico correspondiente al desplazamiento Doppler de una separación de una subportadora usando el índice raíz (u) de la secuencia dada; adquirir variables secundarias que comprenden un número de grupos (G) comprendidos en la secuencia, una longitud (S) de cada grupo, un número (P) de desplazamientos cíclicos por grupo usando la primera variable (d_u) y un número (R) de desplazamientos cíclicos adicionales que es aplicable a la secuencia dada no basados en el grupo y establecer el desplazamiento cíclico que ha de ser aplicado a la secuencia según las variables secundarias.

- 25 Preferentemente, la secuencia dada es una secuencia Zadoff-Chu (ZC), y la primera variable es adquirida por una ecuación

$$d_u = \begin{cases} u^{-1} \bmod N_{ZC}, & 0 \leq (u^{-1} \bmod N_{ZC}) < N_{ZC}/2 \\ N_{ZC} - (u^{-1} \bmod N_{ZC}), & N_{ZC}/2 \leq (u^{-1} \bmod N_{ZC}) < N_{ZC} \end{cases}$$

en la que "u" indica el índice raíz de la secuencia ZC y " N_{ZC} " corresponde a una longitud de la secuencia ZC.

- 30 Preferentemente, las variables secundarias son adquiridas de forma diferente según un intervalo de la primera variable (d_u), y el intervalo de la primera variable es dividido por un criterio correspondiente a 1/3 de la longitud de la secuencia dada ($N_{ZC}/3$).

Más específicamente, si el intervalo de la primera variable (d_u) es $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$, las variables secundarias pueden ser adquiridas por las ecuaciones

$$P = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$$

$$S = 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

$$G = \lfloor N_{ZC} / S \rfloor$$

$$R = \max(\lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u - G \cdot S) / N_{CS} \rfloor, 0)$$

en las que “N_{CS}” es un parámetro predeterminado de desplazamiento cíclico, “P” corresponde al número de desplazamientos cíclicos por grupo, “S” corresponde a la longitud de cada grupo, “G” corresponde al número de grupos y “R” corresponde al número de desplazamientos cíclicos adicionales.

5 Por otra parte, si el intervalo de la primera variable (d_u) es $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC}-N_{CS})/2$, las variables secundarias son adquiridas por las ecuaciones

$$P = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} \rfloor$$

$$S = N_{ZC} - 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

$$G = \lfloor d_u / S \rfloor$$

$$R = \min(\max(\lfloor (d_u - G \cdot S) / N_{CS} \rfloor, 0), P)$$

en las que “N_{CS}” es un parámetro predeterminado de desplazamiento cíclico, “P” corresponde al número de desplazamientos cíclicos por grupo, “S” corresponde a la longitud de cada grupo, “G” corresponde al número de grupos y “R” corresponde al número de desplazamientos cíclicos adicionales.

Y, preferentemente, el desplazamiento cíclico (C_v) se realiza como la siguiente ecuación:

$$C_v = \begin{cases} \nu \cdot N_{CS}, & \nu = 0, 1, \dots, (\lfloor N_{ZC} / N_{CS} \rfloor - 1), \quad \text{para conjuntos sin restricción} \\ S \cdot \lfloor \nu / P \rfloor + (\nu \bmod P) \cdot N_{CS}, & \nu = 0, 1, \dots, (P \cdot G + R - 1), \quad \text{para conjuntos con restricción.} \end{cases}$$

10 Ha de entenderse que tanto la precedente descripción general como la siguiente descripción detallada de la presente invención son ejemplares y explicativas y están pensadas para proporcionar explicación adicional de la invención tal como es reivindicada.

15 La presente invención puede establecer fácilmente un intervalo de desplazamiento cíclico (CS) en un emplazamiento específico que no tenga ningún solapamiento considerando una respuesta del canal de una secuencia de recepción (Rx) y un emplazamiento de solapamiento de esta secuencia de recepción (Rx), aunque una señal de recepción (Rx) sea desplazada por un desplazamiento de frecuencia con independencia de categorías de un dominio que genera una secuencia, para que pueda reducir mucho el número de errores de detección y la frecuencia de falsas alarmas.

20 Y, si se asigna una secuencia del desplazamiento cíclico (CS) a una célula que tiene un desplazamiento de frecuencia de más de un nivel predeterminado, la presente invención puede minimizar la influencia de un desplazamiento de frecuencia en una célula de alta movilidad.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención, ilustran realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar el principio de la invención.

En los dibujos:

25 la FIG. 1 es un diagrama conceptual que ilustra la influencia de un desplazamiento de frecuencia causada por una conformación de impulsos en un dominio frecuencial cuando se establece una correlación entre una secuencia y una subportadora según la presente invención;
la FIG. 2 es un diagrama conceptual que ilustra diferentes situaciones de desplazamiento de la frecuencia existentes en una pluralidad de células según la presente invención;
30 la FIG. 3 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento de asignación de secuencias cuando una secuencia es una secuencia CAZAC según la presente invención;

la FIG. 4 es un diagrama conceptual que ilustra solapamientos que ocurren en una respuesta del canal de dominio temporal de una secuencia de recepción debido al desplazamiento de frecuencia según la presente invención;

la FIG. 5 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento para establecer una unidad de aplicación de un nuevo desplazamiento cíclico (CS) añadiendo un margen adicional a una unidad de aplicación de un CS antiguo según la presente invención;

las FIGURAS 6 y 7 son diagramas conceptuales que ilustran ejemplos de aplicación del margen adicional de la FIG. 5 con la condición de que un índice de secuencia sea bajo según la presente invención;

las FIGURAS 8 y 9 son diagramas conceptuales que ilustran márgenes adicionales ejemplares de la FIG. 5 con la condición de que un índice de secuencia sea alto según la presente invención;

la FIG. 10 muestra un ejemplo de un solo grupo compuesto de P conjuntos de desplazamientos cíclicos según la presente invención;

la FIG. 11 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento para establecer un grupo de aplicación de un desplazamiento cíclico (CS) y un intervalo de aplicación de un CS de cada grupo según la presente invención;

la FIG. 12 muestra emplazamientos en los que ocurren impulsos por una interferencia cuando el índice CAZAC está contenido en el intervalo de $N/3 \sim N/2$ según la presente invención;

la FIG. 13 es un diagrama de flujo que ilustra un conjunto restringido de desplazamientos cíclicos según una realización de la presente invención;

la FIG. 14 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento para establecer una variable (d_u) de un desplazamiento cíclico correspondiente al desplazamiento Doppler asociado con la separación de 1 subportadora cuando se establece según la presente invención el conjunto restringido de desplazamientos cíclicos;

la FIG. 15 es un diagrama conceptual que ilustra un caso específico en el que la variable (d_u) es menor que una unidad básica N_{CS} a la que se aplica el desplazamiento cíclico (CS) según la presente invención;

la FIG. 16 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento para calcular una variable que establece el desplazamiento cíclico dentro del intervalo $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ según la presente invención;

la FIG. 17 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento para calcular una variable que establece el desplazamiento cíclico dentro del intervalo $(N_{ZC}/3) \leq d_u < (N_{ZC} - N_{CS})/2$ según la presente invención;

las FIGURAS 18 y 19 son diagramas conceptuales que ilustran un procedimiento para reducir el número de secuencias de preámbulo ZCZ debido a una respuesta de solapamiento en el caso de $N_{ZC}=839$, $N_{CS}=100$ y $d_u=155$ según la presente invención;

la FIG. 20 es un diagrama conceptual que ilustra la proporción creciente de un desplazamiento cíclico restringido disponible después de que se elimina la restricción de un emplazamiento de inicio del desplazamiento cíclico en el caso de $N_{ZC}=839$ según la presente invención;

la FIG. 21 es un diagrama conceptual que ilustra un desplazamiento cíclico ejemplar en el caso de $N_{ZC}=839$, $N_{CS}=40$ y $d_u=150$ según una realización de la presente invención;

la FIG. 22 es un diagrama conceptual que ilustra un desplazamiento cíclico ejemplar en el caso de $N_{ZC}=839$, $N_{CS}=40$ y $d_u=399$ según una realización de la presente invención;

la FIG. 23 es un diagrama conceptual que ilustra un desplazamiento cíclico ejemplar en el caso de $N_{ZC}=839$, $N_{CS}=40$ y $d_u=150$ según otra realización de la presente invención; y

la FIG. 24 es un diagrama conceptual que ilustra un desplazamiento cíclico ejemplar en el caso de $N_{ZC}=839$, $N_{CS}=40$ y $d_u=399$ según otra realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Ahora se hará referencia en detalle a las realizaciones preferentes de la presente invención, ejemplos de la cual se ilustran en los dibujos adjuntos. siempre que resulte posible, se usarán los mismos números de referencia de principio a fin de los dibujos para referirse a partes idénticas o semejantes.

Antes de describir la presente invención, debería hacerse notar que la mayoría de los términos dados a conocer en la presente invención corresponden a los términos generales bien conocidos en la técnica, pero el solicitante ha seleccionado algunos términos por ser necesarios y serán dados a conocer en lo sucesivo en la siguiente descripción de la presente invención. Por lo tanto, es preferible que los términos definidos por el solicitante sean entendidos con base en sus significados en la presente invención.

En aras de la conveniencia de la descripción y una mejor comprensión de la presente invención, las estructuras generales y los dispositivos bien conocidos en la técnica serán omitidos o serán denotados por un diagrama de bloques o un diagrama de flujo. Siempre que resulte posible, se usarán los mismos números de referencia de principio a fin de los dibujos para referirse a partes idénticas o semejantes.

La presente invención proporciona un procedimiento de configuración de un desplazamiento cíclico (CS) para prevenir contra el desplazamiento de la frecuencia, para que pueda evitar fácilmente que se deteriore el rendimiento de una secuencia (es decir, la secuencia CAZAC). Con este fin, la presente invención dará a conocer el procedimiento para la aplicación del desplazamiento cíclico a la secuencia CAZAC y la influencia del desplazamiento de la frecuencia de la secuencia CAZAC.

El desplazamiento cíclico puede ser aplicado a la secuencia CAZAC según dos esquemas; concretamente, un primer esquema para llevar a cabo el desplazamiento cíclico en la secuencia y un procedimiento para multiplicar una función exponencial de otras áreas por una secuencia de dominio temporal o frecuencial y llevar a cabo el desplazamiento cíclico en el resultado multiplicado.

- 5 El desplazamiento cíclico “d” es aplicado al índice “k” de frecuencia en el dominio frecuencial. Si el índice de secuencia M y la secuencia de longitud N son representados por $c(k; d, M, N)$, un procedimiento para llevar a cabo el desplazamiento cíclico en la secuencia puede ser representado, a continuación, por la Ecuación 2:

[Ecuación 2]

$$c(k; d, M, N) = c(\text{mod}(k - d, N); M, N)$$

en la que “d” es indicativa de la cantidad del desplazamiento cíclico y “mod” es indicativo de un operador de módulo.

- 10 Un procedimiento para aplicar el desplazamiento cíclico multiplicando una función exponencial por la secuencia puede estar representado, a continuación, por la Ecuación 3:

[Ecuación 3]

$$c(k; d, M, N) = f(\text{mod}(k - d, N); M, N) = \exp\left(\frac{j2\pi dk}{N}\right) FFT(c(k; d, M, N))$$

Por otra parte, aunque cada una de las anteriores Ecuaciones 2 y 3 muestra un desplazamiento cíclico ejemplar aplicado en el dominio frecuencial, el desplazamiento cíclico puede ser aplicado en el índice “n” de muestreo de la secuencia de dominio temporal en el dominio temporal. En este caso, un ejemplo de aplicación del desplazamiento cíclico puede estar representado, a continuación, por la Ecuación 4:

[Ecuación 4]

$$x_{u,v}(n) = x_u((n + C_v) \text{mod } N_{zc})$$

- 15 en la que “ C_v ” es indicativa del grado del desplazamiento cíclico, “n” es indicativa de un índice de muestreo, “ N_{zc} ” es indicativa de la longitud de la secuencia ZC y “u” es indicativa de un índice raíz de la secuencia ZC.

Las secuencias CAZAC pueden ser distinguidas entre sí con la condición de que se usen diferentes índices raíz; sin embargo, debería hacerse notar que ocurre una diferencia en correlación cruzada entre las secuencias CAZAC.

- 20 Sin embargo, en el caso de al menos dos secuencias CAZAC asociadas con el desplazamiento cíclico, el valor de correlación cruzada entre las secuencias CAZAC es cero, de modo que se usan las secuencias CAZAC anteriormente mencionadas cuando se requiere una relación elevada de supresión para dos secuencias CAZAC.

Específicamente, las secuencias CAZAC asociadas con el desplazamiento cíclico comparten los recursos de tiempo-frecuencia dentro de la misma célula, para que puedan ser usadas para discriminar entre diferentes señales/UE durante la transmisión de señales de datos/control.

- 25 Sin embargo, si el desplazamiento de la frecuencia ocurre en el dominio frecuencial de la misma manera que en el caso en el que la secuencia CAZAC es transmitida usando el esquema OFDM, la presente invención puede encontrar un deterioro excesivo de rendimiento y en la frecuencia de falsas alarmas.

La siguiente descripción dará a conocer un ejemplo en el que la secuencia es transmitida en el dominio frecuencial, y otro ejemplo en el que la secuencia es transmitida usando el esquema OFDM.

- 30 La FIG. 1 es un diagrama conceptual que ilustra la influencia de un desplazamiento de frecuencia causado por una conformación de impulsos en un dominio frecuencial cuando se establece una correlación entre una secuencia y una subportadora según la presente invención.

- 35 Tal como se muestra en la FIG. 1, se establece una correlación de cada una de las muestras de secuencia con la subportadora. Si un extremo de recepción lleva a cabo el muestreo de la señal debido al desplazamiento de frecuencia, según se denota por el emplazamiento de “Interferencia”, las señales de las subportadoras vecinas se mezclan dentro de una sola muestra. En otras palabras, si la función formadora de impulsos es $p(x)$, la respuesta de una subportadora arbitraria puede ser representada, a continuación, por la Ecuación 5:

[Ecuación 5]

$$r(k, f_{des}) = \sum_{n=0}^{N-1} p(kw_0 - nw_0 + f_{des})c(n)$$

en la que “ $r(k, f_{des})$ ” es indicativa de una respuesta de recepción (Rx) frecuencial en el emplazamiento de la subportadora k-ésima si el desplazamiento de la frecuencia es f_{des} , “ $c(n)$ ” es indicativa de una secuencia CAZAC correlacionada con la subportadora por el equipo de usuario (UE), “ $p(f)$ ” es indicativa de una función formadora de impulsos en un dominio frecuencial y ω_0 es indicativa de una separación de subportadora.

5 En el caso de que $f_{des}=0$, la anterior Ecuación 5 produce solo el valor $c(k)$. Si no, en el caso de que $f_{des}=0$, la señal de la subportadora vecina puede entrar en el extremo de recepción, de modo que surge un deterioro del rendimiento. Debido al deterioro de rendimiento causado por el desplazamiento de frecuencia, aumenta la probabilidad de encontrar un error de detección en el extremo de recepción, y la frecuencia de falsas alarmas y/o la detección defectuosa pueden aumentar inevitablemente en el extremo de recepción.

10 Específicamente, dado que el desplazamiento cíclico sea aplicado en el dominio temporal y la secuencia CAZAC sea transmitida dentro del dominio frecuencial, puede no discriminarse entre diversas secuencias. Y el problema recién mencionado puede ocurrir incluso en una situación en la que la secuencia CAZAC sea transmitida dentro del dominio temporal como una forma del desplazamiento temporal.

15 En otras palabras, si ocurren el desplazamiento de la frecuencia o el desplazamiento temporal, los procedimientos para el empleo del desplazamiento cíclico deben experimentar inevitablemente el deterioro de rendimiento. Además, la influencia del desplazamiento de la frecuencia se aplica por igual a un caso específico en el que el desplazamiento cíclico es aplicado en el dominio temporal, según se denota por medio de la Ecuación 4.

Por lo tanto, debe desarrollarse nuevamente una tecnología para evitar que el rendimiento de la secuencia (es decir, de la secuencia CAZAC) se deteriore en la condición en que ocurra el desplazamiento de frecuencia.

20 Específicamente, en el caso de aplicar el desplazamiento cíclico a la secuencia CAZAC, ocurren en exceso el desplazamiento de frecuencia o el desplazamiento temporal, de modo que la presente invención tiene dificultad para discriminar entre secuencias cuando el desplazamiento frecuencial o temporal ocupa al menos la mitad de una separación de una sola subportadora.

25 Sin embargo, el grado del desplazamiento de la frecuencia y el grado del desplazamiento Doppler pueden ser diferentes en células diferentes de un sistema de comunicaciones móviles celulares.

Por lo tanto, según una realización, la presente invención proporciona diferentes procedimientos de configuración de desplazamiento cíclico (CS) según el grado de las desviaciones de frecuencia de las células individuales, y en lo sucesivo se presentará una descripción detallada de los mismos.

30 La FIG. 2 es un diagrama conceptual que ilustra diferentes situaciones de desplazamiento de la frecuencia existentes en una pluralidad de células según la presente invención.

35 Con referencia a la FIG. 2, la presente invención puede determinar que una célula específica que tenga muchos UE de mucha movilidad en un sistema de comunicaciones móviles celulares que incluya muchas células tiene un desplazamiento de frecuencia elevado. Hay mucha probabilidad de que un UE contenido en una célula que incluya barrios residenciales pueda ser un UE de baja velocidad, de modo que el desplazamiento de frecuencia dentro de la célula pueda ser baja.

Con más detalle, la FIG. 2 muestra las células A y B adyacentes a un ferrocarril de alta velocidad, y la célula C, distante del ferrocarril de alta velocidad.

40 En el caso de las células A y B adyacentes al ferrocarril de alta velocidad, hay mucha probabilidad de que una pluralidad de UE de alta velocidad estén contenidos en una célula correspondiente, de modo que la presente invención tiene una ventaja, porque puede asignarse una secuencia que es muy resistente al desplazamiento de la frecuencia.

Por ejemplo, en el caso de la célula C adyacente al barrio residencial distante del ferrocarril de alta velocidad, la probabilidad de incluir el UE de alta velocidad en una célula correspondiente es relativamente baja, de modo que no hay necesidad alguna de asignar solo la secuencia que es muy resistente al desplazamiento de frecuencia.

45 En el caso de la secuencia disponible (por ejemplo, la secuencia CAZAC), las primeras secuencias causadas por los índices raíz de las secuencias individuales y las segundas causadas por el desplazamiento cíclico aplicado a las primeras secuencias pueden tener características diferentes de desplazamiento de frecuencia.

Por lo tanto, la presente invención establece el caso restringido y el caso no restringido, y proporciona los procedimientos de configuración del desplazamiento cíclico para los casos individuales.

El caso restringido indica que la influencia del desplazamiento Doppler es mayor que un valor umbral predeterminado, de modo que ocurre una limitación en el procedimiento para establecer un intervalo de aplicación del desplazamiento cíclico (CS).

El caso no restringido indica que la influencia del desplazamiento Doppler es igual o menor que un valor umbral predeterminado, de modo que no hay limitación alguna en el procedimiento para establecer un intervalo de aplicación del CS.

El procedimiento para establecer el desplazamiento cíclico será descrito con detalle en lo sucesivo.

La FIG. 3 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento de asignación de secuencias cuando una secuencia es una secuencia CAZAC según la presente invención.

La secuencia CAZAC puede incluir una secuencia raíz de cada secuencia CAZAC raíz y una secuencia de zona de correlación cero (ZCZ) a las que son aplicados diferentes desplazamientos cíclicos (también denominados desplazamientos circulares).

Con más detalle, la FIG. 3 muestra la secuencia raíz para cada índice raíz en N_t índices raíz y el conjunto de secuencia ZCZ al que se aplican L desplazamientos cíclicos a cada secuencia raíz.

En este caso, la ZCZ es indicativa de un intervalo de aplicación de desplazamiento cíclico al que se aplica el desplazamiento cíclico (CS), de modo que el nodo B sea capaz de discriminar entre señales RACH.

Por otra parte, si se usa la secuencia CAZAC cuando existe el desplazamiento de frecuencia, la presente invención puede tener dificultad para discriminar entre secuencias ZCZ por el desplazamiento de la frecuencia. Por lo tanto, la presente invención puede determinar que no se use la secuencia ZCZ en una célula predeterminada que tenga un desplazamiento de la frecuencia de más de un nivel predeterminado.

De esta manera, el valor umbral usado para decidir el grado del desplazamiento de frecuencia de cada célula puede ser debidamente decidido según el número de secuencias disponibles de un sistema correspondiente y del grado de desplazamiento de frecuencia de cada célula.

Si se determina que la célula tiene el desplazamiento de frecuencia de más del nivel predeterminado, la probabilidad de contener en esta célula el UE de alta velocidad es muy elevada, tal como se muestra en las células A o B.

Sin embargo, si se determina que la secuencia ZCZ no es usada en la célula que tiene el desplazamiento de frecuencia de más del nivel predeterminado, solo puede haber N_t índices basados en los índices CAZAC, de modo que el número de secuencias disponibles se hace menor.

Si un coeficiente de reutilización de secuencias se vuelve menor, deben asignarse secuencias según la planificación de células. Sin embargo, esta asignación basada en la planificación de células puede aumentar inesperadamente la complejidad en el procedimiento para asignar las secuencias a células individuales, de modo que puede requerirse además otra solución, con la condición de que el número de secuencias disponibles encuentre el problema.

Además, en caso de usar solo N_t secuencias y de no usar la secuencia ZCZ, puede haber un problema en la estimación del retardo del viaje de ida y vuelta o del retardo del viaje en un solo sentido mientras se mejora el rendimiento de la secuencia de detección. Es decir, puede haber el problema de distinguir la posición del pico de correlación que varía debido al retardo del viaje de ida y vuelta o del retardo del viaje en un solo sentido y una posición del pico de correlación que varía debido al desplazamiento de frecuencia. Por ello, puede requerirse además otra solución contra este problema.

Por otra parte, el problema mencionado en lo que antecede de tener dificultad para discriminar entre secuencias ZCZ debido al desplazamiento de la frecuencia se intensifica por la condición de que el índice CAZAC sea muy alto o de que no sea muy bajo.

Con más detalle, si "k" es indicativa de un índice de dominio frecuencial, "N" es indicativa de la longitud de la secuencia CAZAC, "M" es indicativa de una secuencia CAZAC y una señal de transmisión (Tx) es indicativa de "c(k,N,M)", una señal de recepción (Rx) puede estar representada, a continuación, por la Ecuación 6:

[Ecuación 6]

$$R(k, N, M) = c(K, N, M) \cdot \exp\left(-\frac{2\pi M \cdot d}{N} \cdot k\right)$$

en la que "d" es indicativa de la cantidad de retardo en el dominio frecuencial causado por el desplazamiento de frecuencia.

Como puede verse en la Ecuación 6, si el índice CAZAC "M" tiene un valor muy bajo, o si el índice CAZAC "M" tiene el valor más alto entre un total de N_t índices de secuencia, la influencia de la función exponencial causada por el desplazamiento de frecuencia se reduce gradualmente, de modo que la influencia del desplazamiento de frecuencia en la señal Rx se reduce gradualmente.

Si se asigna la secuencia CAZAC a la célula que tiene el desplazamiento de frecuencia de más del nivel predeterminado, la presente invención puede asignar solo la secuencia raíz. En el caso de usar la secuencia CAZAC ZCZ debido al insuficiente número de secuencias raíz, la presente invención puede permitir que la secuencia CAZAC emplee una secuencia específica que esté en un intervalo inicial predeterminado o en el último intervalo predeterminado de entre el total de índices. En este caso, debería hacerse notar que la expresión "intervalo predeterminado" puede establecerse de diferentes maneras según los rendimientos de detección del sistema.

En el caso de comparar el procedimiento mencionado en lo que antecede con el otro procedimiento para permitir que la secuencia ZCZ no sea usada en la célula que tenga el desplazamiento de frecuencia elevada, el procedimiento mencionado en lo que antecede incrementa las categorías o los tipos de secuencias disponibles, de modo que casi no hay necesidad alguna de llevar a cabo la planificación de células.

Con más detalle, si el número de secuencias CAZAC totales es N_t , según se muestra en la FIG. 3, la secuencia que ha de usarse en la célula con el desplazamiento de frecuencia elevada puede configurarse a los índices CAZAC 0, 1, 2, N_t-2 , N_t-1 y N_t .

Por otra parte, en el caso de usar la secuencia CAZAC para la célula que tiene el desplazamiento de frecuencia de más del nivel predeterminado, no hay necesidad alguna de usar solo índices distintos de los índices CAZAC recién mencionados 0, 1, 2, N_t-1 , N_t-2 y N_t . Para reducir la interferencia entre la secuencia CAZAC anteriormente mencionada y la otra secuencia usada para la célula que tiene el desplazamiento de frecuencia elevada, la presente invención puede no usar el índice de frecuencia usado para la célula que tiene el desplazamiento de frecuencia elevada como necesaria, dando como resultado la implementación de una eficiencia elevada.

Por otra parte, en el caso de usar la secuencia ZCZ para garantizar el número de secuencias disponibles en la célula que tiene el desplazamiento de frecuencia elevada y/o para garantizar el rendimiento de la estimación del retardo temporal ocurrido en el canal, la presente invención establece el intervalo de desplazamiento cíclico en el caso restringido en consideración del solapamiento (es decir, el desplazamiento Doppler) causado por el desplazamiento de frecuencia. En consecuencia, la presente invención evita el deterioro de rendimiento causado por el desplazamiento de la frecuencia, y en lo sucesivo se describirá una descripción detallada de la misma.

Si se decide la presencia del desplazamiento de frecuencia, la respuesta frecuencial de la señal Rx puede ser representada por la anterior Ecuación 6.

Por otra parte, la Ecuación 6 muestra que se transfiere un valor de señal desde todas las subportadoras vecinas debido al desplazamiento de frecuencia. Sin embargo, efectivamente, puede establecer un componente específico que afecte muchísimo la respuesta del canal de la señal Rx a una parte situada a ambos lados de una subportadora correspondiente, en la que la parte recibe una señal de la subportadora vecina.

Por lo tanto, en el caso de considerar solo el caso de primer orden, la Ecuación 6 puede ser representada por tres términos, tal como se muestra, a continuación, en la Ecuación 7:

[Ecuación 7]

$$r(k, f_{des}) = p(-f_0 - f_{des})c(k-1) + p(-f_{des})c(k) + p(f - f_{des})c(k+1)$$

Por otra parte, el extremo de recepción aplica un número complejo conjugado $c(n)$ a la señal Rx, de modo que el resultado de la aplicación pueda ser representado, a continuación, por la Ecuación 8:

[Ecuación 8]

$$r(k, f_{des})c^*(k) = \alpha_0 + \alpha_{-1} \exp\left(-\frac{j2\pi Mk}{N}\right) + \alpha_1 \exp\left(\frac{j2\pi M(k+1)}{N}\right)$$

La función formadora de impulsos de la Ecuación 7 puede ser denotada fácilmente por una función exponencial de coseno o de seno.

En aras de la conveniencia de la descripción, la función formadora de impulsos está representada por las constantes α_0 , α_{-1} y α_1 .

Con referencia a la Ecuación 8, la respuesta del canal de la señal Rx ocurre en tres puntos; concretamente, “t”, indicativo de una posición diana en el dominio temporal, “t-M”, indicativo de una posición desplazada al lado izquierdo, y “t+M”, indicativo de una posición desplazada al lado derecho. Puede reconocerse que la respuesta del canal generada en la posición desplazada en M con base en los lados derecho/izquierdo corresponde al solapamiento de la señal Rx, es decir, el componente de desplazamiento Doppler que tiene la separación de 1 subportadora.

En la FIG. 4 se muestra el fenómeno mencionado en lo que antecede en el que el solapamiento ocurre en la respuesta del canal debido al desplazamiento de la frecuencia.

La FIG. 4 es un diagrama conceptual que ilustra solapamientos que ocurren en una respuesta del canal de dominio temporal de una secuencia de recepción debido al desplazamiento de frecuencia según la presente invención.

Si se aplica el desplazamiento cíclico a una secuencia usada en una célula específica que tiene un desplazamiento de frecuencia elevado de más de un nivel predeterminado, ocurre una única respuesta del canal en la posición diana en la respuesta del canal de Rx de la correspondiente secuencia, y pueden ocurrir dos solapamientos adicionales en la respuesta del canal de Rx de la correspondiente secuencia según el desplazamiento Doppler dimensionado a la separación de 1 subportadora.

Por lo tanto, si se establece el intervalo de aplicación del CS con independencia de la posición de la diana y las posiciones de los solapamientos, ocurre un solapamiento inesperado entre la respuesta del canal y el solapamiento de la secuencia Rx debido a la propagación del retardo del canal y al retardo de la propagación, de modo que puede haber confusión entre la posición de la diana y la posición de los solapamientos entre diferentes secuencias de aplicación de CS.

En consecuencia, si se decide el caso restringido cuando se establece el intervalo de aplicación de CS en la secuencia CAZAC, la presente invención considera el solapamiento generado en la respuesta del canal, de modo que establece el intervalo de aplicación de CS durante un periodo específico en el que la respuesta del canal de la secuencia Rx no se solapa con el solapamiento de la respuesta del canal anterior.

La FIG. 4 muestra un caso ejemplar en el que el solapamiento de tamaño M (siendo M = índice de secuencia) ocurre cuando la secuencia CAZAC se genera en un dominio frecuencial. sin embargo, si la secuencia CAZAC es generada en el dominio temporal, la posición de generación de solapamiento causado por el desplazamiento Doppler de la separación de 1 subportadora puede ser determinada de diferentes maneras.

En lo que sigue se describirán con detalle todos los casos de aplicación de CS usados para los dominios individuales.

En aras de la conveniencia de la descripción y una mejor comprensión de la presente invención, las FIGURAS 5-11 dan por sentado que la unidad de desplazamiento cíclico está fijada en T_0 .

La FIG. 5 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento para establecer una unidad de aplicación de un nuevo desplazamiento cíclico (CS) añadiendo un margen adicional a una unidad de aplicación de un CS antiguo según la presente invención.

La presente invención genera un preámbulo de desplazamiento cíclico según el dicho basado en el componente RACH. Sin embargo, en el entorno en el que existe el desplazamiento de frecuencia OFDM, el extremo de recepción de la presente invención puede confundir fácilmente una secuencia normal con otra secuencia.

Para impedir que se genere el problema anteriormente mencionado, la presente invención puede usar un margen adicional de desplazamiento cíclico, tal como se muestra en la FIG. 5.

Con referencia a la FIG. 5, la propagación del retardo es indicativa de una propagación del retardo del canal, y el retardo del viaje de ida y vuelta (RTD) es indicativo de un tiempo de continuidad de la propagación de una distancia física entre el equipo de usuario (UE) y el nodo B. En el caso de usar el margen adicional de desplazamiento cíclico, la presente invención ajusta el tamaño del margen para cada secuencia, de modo que pueda reducir la influencia del desplazamiento de frecuencia cuando se usa la secuencia.

En el caso de implementar el desplazamiento de frecuencia usando el margen adicional, la función de la secuencia CAZAC decide la unidad de desplazamiento cíclico. En otras palabras, en asociación con la secuencia CAZAC “M”, la unidad de desplazamiento cíclico está representada, a continuación, por la Ecuación 9:

[Ecuación 9]

$$T(M) = T_0 + T_{\text{margen}}(M)$$

en la que T_0 es indicativa de una unidad común de desplazamiento cíclico con independencia del índice de secuencia, y T_{margen} (M) es indicativo de un margen adicional usado cuando el índice de secuencia es M. Este margen puede ser decidido por otros procedimientos según los usos de la secuencia y el desplazamiento cíclico.

- 5 Por lo tanto, aunque es preferible que la unidad de desplazamiento cíclico sea de al menos $2M$, este margen adicional puede ser cambiado a otro margen según el área de aplicación de CS. La situación mencionada en lo que antecede se muestra en las FIGURAS 6 y 7.

Las FIGURAS 6 y 7 son diagramas conceptuales que ilustran ejemplos de aplicación del margen adicional de la FIG. 5 con la condición de que un índice de secuencia sea bajo según la presente invención.

- 10 Aquí, en el caso de la Fig. 6, el intervalo de M debido al desplazamiento de frecuencia es menor que el intervalo de desplazamiento cíclico de T_0 . Incluso cuando se use este intervalo, podemos evitar el problema de solapamiento con otras secuencias. Sin embargo, puede haber un problema de estimación de la información por el retardo temporal de la secuencia transmitida. Por ello, en una realización de esta invención, es preferible no usar este intervalo en el que el intervalo de M debido al desplazamiento de frecuencia es menor que el intervalo de desplazamiento cíclico de T_0 . Sin embargo, puede haber un sistema que use este intervalo según el requisito del sistema.

- 15 La parte marcada con líneas oblicuas de las FIGURAS 6 y 7 indica la oportunidad de desplazamiento cíclico.

Si la señal que no tiene influencia alguna en el desplazamiento de frecuencia se encuentra en "t", el impulso afectado por el desplazamiento de frecuencia puede ocurrir en un solo punto del lazo izquierdo y puede ocurrir en un solo punto del lado derecho. Si la señal incluye T_0 usada como una unidad básica de desplazamiento cíclico, $T_{\text{margen}}(M)$ puede fijarse a $2M$.

- 20 El margen adicional es aplicado a todos los índices, de modo que la presente invención puede definir el desplazamiento cíclico sumamente resistente a desviaciones frecuenciales/temporales.

Sin embargo, cuanto mayor es el índice de secuencia, mayor es el valor de T_{margen} (M). En consecuencia, el número de desplazamientos cíclicos disponibles se reduce a "1". Para evitar la reducción de los desplazamientos cíclicos, la presente invención dará a conocer con detalle el caso del índice CAZAC alto.

- 25 Las FIGURAS 8 y 9 son diagramas conceptuales que ilustran márgenes adicionales ejemplares de la FIG. 5 con la condición de que un índice de secuencia sea alto según la presente invención.

- 30 La FIG. 8 muestra el caso en el que el índice CAZAC "M" es $2T_0 \sim 3T_0$, y la FIG. 9 muestra el caso en el que el índice CAZAC "M" es $3T_0 \sim 4T_0$. Aunque el caso de la FIG. 8 considera la unidad básica de desplazamiento cíclico, el conjunto de desplazamientos cíclicos denotado por la parte marcada con líneas oblicuas puede ser insertada de manera adicional en el espacio intermedio. El caso de la FIG. 9 tiene un espacio más amplio, de modo que al menos dos desplazamientos cíclicos puedan ser insertados en este espacio más amplio.

La FIG. 10 muestra un ejemplo de un solo grupo compuesto de P conjuntos de desplazamientos cíclicos según la presente invención.

- 35 Con referencia a la FIG. 10, si se generaliza la explicación mencionada anteriormente, las ranuras denotadas por las partes marcadas con líneas oblicuas están definidas en el intervalo de $3M$, en el que el bloque está construido por impulsos y el intervalo M es $PT_0 \sim (P+1)T_0$, se puede reconocer que se construyen P conjuntos de desplazamientos cíclicos.

- 40 En aras de la conveniencia de la descripción la unidad $3M$ o $2M + PT_0$ será denominada en lo sucesivo grupo de desplazamientos cíclicos. Una secuencia específica a la que se aplica el desplazamiento cíclico incluye un número predeterminado de grupos de desplazamientos cíclicos. El número predeterminado de grupos de desplazamientos cíclicos puede ser aplicado a cada grupo de desplazamientos cíclicos, para que el número predeterminado de desplazamientos cíclicos pueda ser aplicado al componente de desplazamiento cíclico causado por el desplazamiento Doppler.

- 45 La FIG. 11 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento para establecer un grupo de aplicación de un desplazamiento cíclico (CS) y un intervalo de aplicación de un CS de cada grupo según la presente invención.

- 50 Con referencia a la FIG. 11, las unidades de los grupos de desplazamientos cíclicos pueden ser definidas en secuencias totales, y cada grupo de desplazamientos cíclicos puede ser definido según se muestra en la FIG. 10. Dado que el número de grupos de desplazamientos cíclicos sea G y el número de desplazamientos cíclicos para cada grupo es P , el número total de desplazamientos cíclicos disponibles es $P \cdot G$. Tal como se muestra en la FIG. 11, según una realización de la presente invención, se da por sentado que la secuencia se divide en grupos y que cada grupo busca un desplazamiento cíclico restringido disponible en cada grupo.

En caso de usar el esquema mencionado en lo que antecede, todos los desplazamientos cíclicos disponibles están definidos en el intervalo de índice en el que el número de grupos de desplazamientos cíclicos es "1". Si la longitud de

secuencia es N , este intervalo que tiene la longitud de secuencia de N corresponde a los índices que oscilan entre $1 - N/3$ y $2N/3 - N - 1$. En este caso, el índice k -ésimo tiene el mismo grupo de desplazamientos cíclicos que el del índice $(N-k)$ -ésimo y que el conjunto de desplazamientos cíclicos.

5 La FIG. 12 muestra emplazamientos en los que ocurren impulsos por una interferencia cuando el índice CAZAC está contenido en el intervalo de $N/3 \sim N/2$ según la presente invención.

Un solo cuadrado de la FIG. 12 indica la unidad de desplazamiento cíclico. Si el índice CAZAC es mayor que " $N/3$ ", no pueden usarse todas las posiciones consecutivas de desplazamiento cíclico (es decir, las posiciones de desplazamiento cíclico definidas por T_0), y pueden ser usadas según reglas predeterminadas.

10 En lo sucesivo se describirá un procedimiento para establecer el conjunto restringido de desplazamientos cíclicos según una realización de la presente invención.

La FIG. 13 es un diagrama de flujo que ilustra un conjunto restringido de desplazamientos cíclicos según una realización de la presente invención.

15 Con referencia a la FIG. 13, si se establece el conjunto restringido de desplazamientos cíclicos en una célula que tiene el desplazamiento de frecuencia de más de un valor umbral predeterminado, la presente invención proporciona un procedimiento para establecer el desplazamiento cíclico en consideración del solapamiento, de modo que no haya confusión alguna entre una respuesta deseada del canal y este solapamiento.

20 Con este fin, según se muestra en la etapa S1301 de la FIG. 13, la presente invención proporciona una distancia " d_u " entre la respuesta generada por el desplazamiento Doppler y una respuesta deseada del canal usando un índice raíz " u " de la secuencia dada. En este caso, la distancia anterior corresponde al desplazamiento cíclico generado por el desplazamiento Doppler correspondiente a la separación de 1 subportadora.

En lo que sigue se describirá con detalle una descripción detallada de la variable " d_u ".

La FIG. 14 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento para establecer una variable (d_u) de un desplazamiento cíclico correspondiente al desplazamiento Doppler asociado con la separación de 1 subportadora cuando se establece según la presente invención el conjunto restringido de desplazamientos cíclicos.

25 Con referencia a la FIG. 14(a), si no hay influencia alguna de la frecuencia Doppler, la posición pico generada por la operación de correlación del extremo de recepción es denotada por "1401". Por la propagación del retardo y el retardo del viaje de ida y vuelta (RTD), la posición pico en el extremo de recepción aparece en la unidad de desplazamiento cíclico N_{CS} (1402) usada como la unidad de desplazamiento cíclico básicamente decidida por el sistema.

30 Por otra parte, en el caso de que la presencia de que la frecuencia Doppler corresponda a la separación de 1 subportadora, la posición pico causada por la operación de correlación del extremo de recepción es decidida según los índices de secuencia.

Según la presente invención, la distancia entre la posición pico basada en el desplazamiento Doppler correspondiente a la separación Δf de 1 subportadora y la posición pico ideal se denomina " d_u ".

35 En otras palabras, la FIG. 14(b) muestra el desplazamiento de la respuesta del canal del extremo de recepción causado por la frecuencia Doppler $-\Delta f$. La FIG. 14(c) muestra el desplazamiento de la respuesta del canal del extremo de recepción causado por la frecuencia Doppler $+\Delta f$. Con base en el hecho mencionado en lo que antecede, puede considerarse que el valor " d_u " es el desplazamiento cíclico causado por el desplazamiento Doppler.

40 Si se establece el desplazamiento cíclico restringido en consideración del desplazamiento cíclico correspondiente al desplazamiento Doppler de la separación de 1 subportadora, la presente invención controla que el desplazamiento cíclico restringido establecido no se solape con el movimiento de respuesta del canal causado por el desplazamiento Doppler.

45 La presente invención excluye las áreas reservadas marcadas "reservado" en las FIGURAS 14(a) y 14(b) del intervalo establecido de desplazamiento cíclico, de modo que pueda evitar que se genere una confusión inesperada entre las respuestas del canal, aunque haya ocurrido el desplazamiento Doppler relativamente elevado.

Con referencia otra vez a la FIG. 13, la presente invención adquiere variables secundarias usando la variable adquirida " d_u " de la etapa anterior S1301 en la etapa S1302. Concretamente, la presente invención adquiere de las secuencias actuales (por ejemplo, secuencias ZC) el número (G) de grupos de desplazamientos cíclicos, el número (P) de desplazamientos cíclicos aplicables a cada grupo y la longitud (S) de cada grupo.

50 Las variables secundarias mencionadas en lo que antecede deben ser establecidas de manera diferente según índices de secuencia, porque la longitud del grupo es cambiada a otra según los índices de secuencia. Y la variable

"d_u" depende del índice de secuencia, de modo que la presente invención proporciona un procedimiento para establecer variables secundarias según el intervalo de la variable "d_u".

Además, la presente invención puede aplicar no solo el desplazamiento cíclico anterior basado en grupos, sino también un desplazamiento cíclico adicional usando un área específica que no está contenida en el grupo de desplazamientos cíclicos dentro del intervalo de la secuencia, y una descripción detallada de lo mismo se describirá a continuación.

Después, en la etapa S1303, la presente invención establece el desplazamiento cíclico usando las variables secundarias adquiridas de la etapa S1302.

La relación matemática entre las variables detalladas para la aplicación del desplazamiento cíclico será descrita con detalle.

Se ha propuesto el desplazamiento cíclico restringido según la presente invención para evitar que se genere el efecto de frecuencia Doppler elevada.

En lo que sigue se describirá con detalle el otro desplazamiento "C_{des}" de desplazamiento cíclico diferente de la variable "d_u".

El valor "C_{des}" indica el grado de un desplazamiento generado por el desplazamiento Doppler.

Si el grado de desplazamiento generado por el desplazamiento Doppler es menor que la mitad del intervalo de la secuencia dada, este grado de desplazamiento puede tener el mismo significado que el de la variable d_u. Si no, si el grado de desplazamiento generado por el desplazamiento Doppler es igual o mayor que la mitad del intervalo de la secuencia dada, el valor resultante adquirido cuando se resta el valor "C_{des}" de la longitud total de la secuencia puede corresponder a la variable d_u.

El valor "C_{des}" depende del índice raíz de la secuencia usada. El preámbulo puede generarse a partir ya sea del dominio temporal o del dominio frecuencial. La relación entre los valores "C_{des}" y "u" depende del dominio que genera el preámbulo.

Si la secuencia ZC se genera a partir del dominio frecuencial y el desplazamiento cíclico es aplicado en el dominio temporal, la presente invención puede inducir que el valor "C_{des}" use el procedimiento siguiente, y en lo que sigue se describirá una descripción detallada de lo mismo.

Se da por sentado que la energía de señal es propagada por el valor transferido desde la subportadora vecina según la frecuencia Doppler. Y se da por sentado que la transferencia desde la portadora vecina ocurre únicamente en la posición de la subportadora separada de una subportadora actual por un espacio en blanco, y este caso se denomina caso de primer orden. En este caso, la señal Rx en la subportadora específica está compuesta de tres términos mostrados, a continuación, en la Ecuación 10:

[Ecuación 10]

$$s(n) = p(-f_{des})c(n) + p(-w_0 - f_{des})c(n-1) + p(w_0 - f_{des})c(n+1)$$

en la que la función "p(f)" de formación de impulsos puede ser denotada por una función exponencial de coseno o de seno. En aras de la conveniencia de la descripción, si se establecen las constantes c₀, c₋₁, y c₁, el valor s(n) puede estar denotado por s(n) = c₀c(n) + c₋₁c(n-1) + c₁c(n+1). En aras de la conveniencia de la descripción, si se multiplica el conjugado de la secuencia por el valor s(n) resultante, puede adquirirse la siguiente Ecuación 11:

[Ecuación 11]

$$s(n)c^*(n) = c^*(n)(c_0c(n) + c_{-1}c(n-1) + c_1c(n+1)) = c_0 + c_{-1}c(n-1)c^*(n) + c_1c(n+1)c^*(n)$$

en la Ecuación 11, si "c(n)=x(n)" está denotado por CAZAC, c(n-1)c*(n) puede estar representado por la siguiente Ecuación 12:

[Ecuación 12]

$$x^*(n-1)x(n) = \exp\left(-\frac{j2\pi un}{N_{ZC}}\right)$$

Aquí, "u" indica el índice raíz, y "N_{ZC}" indica la longitud de la secuencia.

Si se aplica la Ecuación 12 a la Ecuación 11, puede reconocerse que "s(n)" está compuesta de tres señales. Un primer término del valor "s(n)" es indicativo de un componente simple de CC, un segundo término es indicativo de una onda exponencial compleja que tiene la frecuencia de u/N_{ZC} , y el tercer término es indicativo de una onda exponencial compleja que tiene la frecuencia de $-u/N_{ZC}$.

- 5 Por lo tanto, el valor "C_{des}" puede ser representado por la Ecuación 13 siguiente:

[Ecuación 13]

$$C_{des,u} = u$$

En cambio, si la secuencia ZC es generada a partir del dominio temporal y el desplazamiento cíclico es generado a partir del dominio temporal, el valor "C_{des}" puede ser calculado por medio del siguiente procedimiento.

Si el preámbulo RACH recibido sin tener el desplazamiento de frecuencia está fijado a r(n), la señal RACH recibida con el desplazamiento de frecuencia puede representarse por la Ecuación 14 siguiente:

[Ecuación 14]

$$\tilde{r}(n) = e^{j\Delta\omega n} r(n)$$

- 10 en la que $\Delta\omega$ está denotada por $\Delta\omega = 2\pi\Delta f/f_s$, y Δf indica el desplazamiento de frecuencia denotada por la unidad de hercios (Hz), y f_s es indicativa de una frecuencia de muestreo del preámbulo RACH.

La autocorrelación del valor $\tilde{r}(n)$ puede ser calculada por la ecuación "r(n) - x_u(n)", en la que "u" es indicativa del índice de la secuencia ZC.

[Ecuación 15]

$$c_r(0) = \sum_{n=0}^{N_{ZC}-1} \tilde{r}(n) x_u^*(n) = \sum_{n=0}^{N_{ZC}-1} e^{j\Delta\omega n} = \sum_{n=0}^{N_{ZC}-1} e^{j2\pi(\Delta f/f_s)n}$$

- 15 En la Ecuación 15, si "C_{des,u}" es indicativo del margen de un desplazamiento de frecuencia, la autocorrelación de $\tilde{r}(n)$ puede ser calculada por $r(n) = x_u((n+C_{des,u})N_{ZC})$ de la Ecuación 16 siguiente:

[Ecuación 16]

$$c_r(0) = \sum_{n=0}^{N_{ZC}-1} \tilde{r}(n) z_v^*(n) = \sum_{n=0}^{N_{ZC}-1} e^{j2\pi((u-C_{des,u})N_{ZC}/N_{ZC})n}$$

En la Ecuación 16, "()N_{ZC}" es indicativo de una operación modular del valor "N_{ZC}". Si $C_{des,u}' = u * C_{des,u}$ es un índice raíz relacionado con los desplazamientos de muestreo y γ es indicativa de una relación de remuestreo que responde al error de temporización, el valor $C_{des,u}'$ puede estar denotado por $C_{des,u}' = (\gamma-1)N_{ZC}$.

Por las Ecuaciones 15 y 16, el valor γ puede estar denotado por $\gamma = 1 + \Delta f/f_s$.

- 20 La posición de la respuesta del canal es denominada un lóbulo principal, y la posición de la respuesta de solapamiento de un canal afectado por la frecuencia Doppler (+/-) es denominada un lóbulo lateral.

Con más detalle, el lóbulo principal es indicativo de la posición causada por el desplazamiento 0 y es igual a una posición de respuesta normal del canal cuando no hay ninguna influencia de la frecuencia Doppler.

- 25 El lóbulo del lado positivo (+) es indicativo de la posición causada por el desplazamiento positivo (+) y es igual a una posición de respuesta de solapamiento afectada por la frecuencia Doppler positiva (+). El lóbulo del lado negativo (-) es indicativo de la posición causada por el desplazamiento negativo (-) y es igual a una posición de respuesta de solapamiento afectada por la frecuencia Doppler negativa (-).

- 30 Como puede verse por la Ecuación 16, puede reconocerse que el lóbulo principal del pico de autocorrelación ocurre en $C_{des,u}=0$ o $C_{des,u}'=0$. Por la anterior Ecuación 16, el par de lóbulos laterales ocurre con la condición de la Ecuación 17 siguiente:

[Ecuación 17]

$$(u^*C_{des,u})_{N_{ZC}} = -1$$

Por lo tanto, el resultado de “ $u^*C_{des,u} - m^*N_{ZC}$ ” es igual a “-1”, tal como se representa por medio de “ $C_{des,u} = (m^*N_{ZC} - 1)/u$ ”. En este caso, “ m ” es indicativa del menor entero capaz de permitir que el valor $C_{des,u}$ sea un entero. Por ejemplo, si la longitud de la secuencia ZC es 839 y la índice raíz es 300, el valor “ m ” se fija a 59, y el valor $C_{des,u}$ se fija a 165.

- 5 En caso de usar la secuencia ZC en el dominio temporal, el valor C_{des} puede ser definido por la Ecuación 18 siguiente:

[Ecuación 18]

$$C_{des,u} = (N_{ZC}m - 1)/u$$

En la Ecuación 18, “ m ” es indicativa del menor entero capaz de permitir que el valor C_{des} sea un entero y “ N_{ZC} ” es indicativa de la longitud de ZC.

- 10 Todos los índices “ u ” son primos relativos del valor N_{ZC} . Por lo tanto, existe el número entero positivo ($u_{inv} = 1/u$) capaz de satisfacer la ecuación ($u^*u_{inv} = 1 \bmod N_{ZC}$). Por lo tanto, el valor $C_{des,u}$ puede ser representado con facilidad por la Ecuación 19 siguiente:

[Ecuación 19]

$$c_{des,u} = \frac{m \cdot N_{ZC}}{u} - \frac{1}{u} = u^{-1} \bmod N_{ZC}$$

En la Ecuación 19, un signo negativo (-) es lo contrario del signo positivo (+), de modo que puede ser representado por la Ecuación 20 siguiente:

[Ecuación 20]

$$C_{des,u} = (1/u) \bmod N_{ZC}$$

- 15 En resumidas cuentas, si la secuencia CAZAC es usada en el dominio frecuencial, el índice “ u ” de la secuencia CAZAC se convierte en “ C_{des} ” sin cambio alguno. Si la secuencia CAZAC es usada en el dominio temporal, se lleva a cabo la operación “ $(1/u) \bmod N_{ZC}$ ” sobre el índice “ u ” de la secuencia CAZAC, de modo que pueda adquirirse el valor C_{des} .

- 20 Dado que la secuencia ZC es usada en el área frecuencial o temporal y que se usa la propiedad conjugada entre las secuencias C_{des} y ZC, la distancia “ d_u ” entre el lóbulo principal y el lóbulo temporal puede ser representada por la Ecuación 21 siguiente:

[Ecuación 21]

$$d_u = \begin{cases} c_{des,u}, & u \leq N_{ZC}/2 \\ N_{ZC} - c_{des,u}, & u > N_{ZC}/2 \end{cases}$$

La presente invención proporciona varios procedimientos para el establecimiento de desplazamientos cíclicos restringidos; por ejemplo, un primer procedimiento para establecer el desplazamiento cíclico restringido sin usar la posición fijada de desplazamiento cíclico, y un segundo procedimiento para establecer el desplazamiento cíclico restringido usando la posición fijada de desplazamiento cíclico.

- 25 El primer procedimiento está asociado con el desplazamiento cíclico restringido sin considerar la posición predefinida de desplazamiento. El segundo procedimiento está asociado con el desplazamiento cíclico restringido con consideración de la posición predefinida de desplazamiento.

- 30 En lo que respecta al primer procedimiento, hay una variedad de procedimientos; concretamente, un procedimiento para usar directamente el valor de desplazamiento del V_a -ésimo desplazamiento cíclico restringido, y procedimiento para establecer el intervalo de desplazamiento cíclico usando el valor de desplazamiento “ C_{va} ”. Concretamente, la

secuencia de desplazamiento cíclico se convierte en $x_{u,v}(n) = x_u((n+C_{va}) \bmod N_{zc})$, tal como se muestra en la Ecuación 4.

5 En lo que respecta al primer procedimiento, hay una variedad de procedimientos que emplean un "V_a" decimal para su uso en el desplazamiento cíclico; por ejemplo, un procedimiento para establecer el intervalo de desplazamiento cíclico calculando el V_a decimal del índice de desplazamiento.

En otras palabras, si la longitud del desplazamiento cíclico se fija en N_{CS}, el índice de desplazamiento cíclico se convierte en " $x_{u,va}(n) = x_u((n+\text{round}(V_a N_{CS}) \bmod N_{zc})$ ". En este caso, "round" es indicativo de una función de redondeo.

10 En lo que respecta al segundo procedimiento, hay una variedad de procedimientos que emplean el "V_a" entero para su uso en el desplazamiento cíclico; por ejemplo, un procedimiento para establecer el intervalo de desplazamiento cíclico calculando el V_a entero del índice de desplazamiento. Concretamente, la secuencia de desplazamiento cíclico se convierte en $x_{u,va}(n) = x_u((n+va N_{CS}) \bmod N_{zc})$.

15 Por otra parte, si el desplazamiento cíclico es realizado por el múltiplo de N_{CS}, los preámbulos de acceso aleatorio, cada uno de los cuales tiene una cero (ZCZ) que no tiene correlación alguna en la u-ésima secuencia ZC raíz, están definidos por $x_{u,v}(n) = x_u((n+v N_{CS}) \bmod N_{zc})$. Esta definición es apropiada para la célula baja/media que no tiene ningún problema en el desplazamiento de frecuencia elevada. Sin embargo, si se usa el desplazamiento cíclico restringido en la célula de movilidad elevada, la definición mencionada anteriormente es inapropiada para la célula de movilidad elevada. Específicamente, se restringe el valor "v" disponible y el número de preámbulos ZCZ disponibles se reduce a 1/3 de los preámbulos ZCZ de un caso general.

20 A continuación se describirán en detalle realizaciones asociadas con los casos mencionados en lo que antecede.

Mejor modo

Esta realización de la presente invención dará a conocer un procedimiento para establecer el desplazamiento cíclico restringido usando solo la influencia del desplazamiento Doppler, sin usar la posición fijada de desplazamiento cíclico.

25 La presente invención da por sentado que el preámbulo se genera usando la secuencia ZC usada como secuencia CAZAC.

El valor "d_u" de la Ecuación 22 siguiente muestra un caso específico en el que la secuencia ZC es generada en el dominio frecuencial.

[Ecuación 22]

$$d_u = \begin{cases} u, & 0 \leq u < N_{zc}/2 \\ N_{zc} - u, & N_{zc}/2 \leq u < N_{zc} \end{cases}$$

30 En caso de generar la secuencia ZC en el dominio temporal, el valor "d_u" puede ser representado por la Ecuación 23 siguiente:

[Ecuación 23]

$$d_u = \begin{cases} (N_{zc} \cdot m - 1)/u, & 0 \leq (u^{-1} \bmod N_{zc}) < N_{zc}/2 \\ N_{zc} - (N_{zc} \cdot m - 1)/u, & N_{zc}/2 \leq (u^{-1} \bmod N_{zc}) < N_{zc} \end{cases}$$

En la Ecuación 23, "m" es indicativa del menor número positivo capaz de permitir que el valor "d_u" sea un entero, y N_{zc} es indicativa de la longitud de ZC. La Ecuación 23 también puede ser representada por la Ecuación 24 siguiente:

[Ecuación 24]

$$d_u = \begin{cases} u^{-1} \bmod N_{zc}, & 0 \leq (u^{-1} \bmod N_{zc}) < N_{zc}/2 \\ N_{zc} - (u^{-1} \bmod N_{zc}), & N_{zc}/2 \leq (u^{-1} \bmod N_{zc}) < N_{zc} \end{cases}$$

Por lo tanto, el v -ésimo desplazamiento cíclico del u -ésimo índice raíz puede ser definido por $X_{u,v}(n) = X_u((n+C_v) \bmod N_{zc})$. En este caso, si se decide el desplazamiento cíclico general, el valor C_v puede ser representado por $C_v = v \cdot N_{cs}$. Si se decide el desplazamiento cíclico restringido, el valor C_v puede ser representado por la Ecuación 25 siguiente.

[Ecuación 25]

$$C_v = \begin{cases} v \cdot N_{cs}, & v = 0, 1, \dots, (\lfloor N_{zc}/N_{cs} \rfloor - 1), \text{ para conjuntos sin restricción} \\ S \cdot \lfloor v/P \rfloor + (v \bmod P) \cdot N_{cs}, & v = 0, 1, \dots, (P \cdot G + R - 1), \text{ para conjuntos con restricción} \end{cases}$$

- 5 Si se decide el desplazamiento cíclico restringido que no tiene ninguna posición predefinida de desplazamiento, se considera que este caso es un primer caso (Caso 1), y en lo que sigue se describirá una descripción detallada del mismo.

La u -ésima secuencia ZC raíz y el v -ésimo preámbulo de acceso aleatorio, cada uno de los cuales tiene un área de correlación nula, están definidos por " $x_{u,v}(n) = x_u((n+C_v) \bmod N_{zc})$ ".

- 10 En este caso, " C_v " está denotada por la Ecuación 25 anterior.

En otras palabras, en el caso de los conjuntos no restringidos que tienen una pequeña cantidad de la influencia del desplazamiento Doppler, la presente invención puede establecer el desplazamiento cíclico correspondiente a un entero múltiplo de N_{cs} igual a la unidad básica de desplazamiento cíclico.

- 15 Sin embargo, el caso de los conjuntos no restringidos menos afectados por el desplazamiento Doppler puede establecer el desplazamiento cíclico correspondiente al entero múltiplo de N_{cs} .

En asociación con la FIG. 13, el caso de los conjuntos restringidos muy afectados por el desplazamiento Doppler puede establecer el número (G) de grupos de desplazamientos cíclicos, el número (P) de desplazamientos cíclicos aplicables a cada grupo de desplazamientos cíclicos y el número (R) de desplazamientos cíclicos adicionales.

- 20 El procedimiento para calcular cada variable secundaria puede ser decidido de manera diferente por el intervalo de " d_u ", tal como se afirmó previamente en la FIG. 13.

Durante el intervalo de distancia de solapamiento de $N_{cs} \leq d_u < (N_{zc}/3)$, el número de desplazamientos cíclicos por grupo está denotado por $P = \lfloor d_u/N_{cs} \rfloor$, y hay G ($G = \lfloor N_{zc}/S \rfloor$) grupos, cada uno de los cuales tiene la longitud $S = 2 \cdot d_u + P \cdot N_{cs}$, y el número de desplazamientos cíclicos restringidos adicionales está denotado por $R = \max(\lfloor (N_{zc} - 2 \cdot d_u - G \cdot S)/N_{cs} \rfloor, 0)$.

- 25 Durante el intervalo de distancia de solapamiento de $(N_{zc}/3) \leq d_u \leq (N_{zc} - N_{cs})/2$, el número de desplazamientos cíclicos por grupo está denotado por $P = \lfloor (N_{zc} - 2 \cdot d_u)/N_{cs} \rfloor$, y hay G ($G = \lfloor d_u/S \rfloor$) grupos, cada uno de los cuales tiene la longitud $S = N_{zc} - 2 \cdot d_u + P \cdot N_{cs}$, y el número de desplazamientos cíclicos restringidos adicionales está denotado por $R = \min(\max(\lfloor (d_u - G \cdot S)/N_{cs} \rfloor, 0)P)$.

- 30 En lo que sigue se describirán con detalle los principios para calcular las variables secundarias mencionadas anteriormente.

$$(1) \quad d_u < N_{cs}$$

La FIG. 15 es un diagrama conceptual que ilustra un caso específico en el que la variable (d_u) es menor que una unidad básica N_{cs} a la que se aplica el desplazamiento cíclico (CS) según la presente invención.

- 35 La unidad (N_{cs}) de desplazamiento cíclico se diseña en consideración de la propagación del retardo y el RTD que son capaces de ser generados en el canal. Por lo tanto, si d_u es menor que N_{cs} , un pico causado por la propagación del retardo y/o el RTD dentro del intervalo de N_{cs} puede solaparse con el otro pico causado por el desplazamiento Doppler, tal como se muestra en la FIG. 15. Por lo tanto, cuando se establece el desplazamiento cíclico restringido, esta realización no establece el desplazamiento cíclico para el caso en el que el valor d_u es menor que el valor N_{cs} .

$$(2) \quad N_{cs} \leq d_u < (N_{zc}/3)$$

La FIG. 16 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento para calcular una variable que establece el desplazamiento cíclico dentro del intervalo $N_{cs} \leq d_u < (N_{zc}/3)$ según la presente invención.

- 40 Tal como se muestra en la FIG. 16, el área de desplazamiento cíclico generado por la frecuencia Doppler ocurre en el intervalo $N_{cs} \leq d_u < (N_{zc}/3)$. Específicamente, el área de desplazamiento cíclico aparece en el intervalo de una longitud de secuencia situada a ambos lados del desplazamiento cíclico previsto.

Según esta realización, las áreas de desplazamiento cíclico causado por la frecuencia Doppler de ambos lados del desplazamiento cíclico pueden ser agrupadas en un único grupo. Además, la presente invención determina cuántos valores N_{CS} pueden ser usados sin solaparse con otros dentro del intervalo " d_u ". El número de desplazamientos cíclicos restringidos disponibles para grupo puede fijarse en P. Concretamente, el valor P puede ser calculado por medio de la Ecuación 26 siguiente:

[Ecuación 26]

$$P = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$$

La distancia entre una respuesta específica 1601 del canal y el solapamiento 1601a causado por el desplazamiento Doppler es denotada por " d_u ". La distancia entre una respuesta específica 1601 del canal y el otro solapamiento 1602b causado por el desplazamiento Doppler es denotada por " d_u ".

Si se aplican a cada grupo los P desplazamientos cíclicos, los solapamientos generados en el área izquierda con base en la respuesta 1601 del canal están contenidos en el intervalo d_u , y otros solapamientos generados en el área derecha con base en la respuesta 1601 del canal pueden existir fuera del intervalo d_u .

En este caso, en el caso de considerar todas las operaciones de solapamiento de P respuestas del canal generadas en el área derecha, una longitud correspondiente corresponde a P N_{CS} (1602).

Por lo tanto, la longitud (S) de un único grupo de desplazamientos cíclicos puede ser igual a la suma de la longitud " d_u " y la longitud " $P \cdot N_{CS}$ " y está representada por la Ecuación 27 siguiente:

[Ecuación 27]

$$S = 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

Por otra parte, el número de grupos de desplazamientos cíclicos en secuencias totales puede ser calculado dividiendo la longitud total (N_{ZC}) de la secuencia por la longitud (S) del grupo, y puede estar representado por la Ecuación 28 siguiente:

[Ecuación 28]

$$G = \lfloor N_{ZC} / S \rfloor$$

Por otra parte, tal como se muestra en la FIG. 16, puede quedar un área específica 1603 menor que la longitud (S) del grupo. La longitud del área "1603" corresponde a " $N_{ZC} - G \cdot S$ ", siendo N_{ZC} la longitud de la secuencia total, siendo G el número de grupos y siendo S la longitud del grupo.

Si $N_{ZC} - G \cdot S - 2d_u$ es mayor que N_{CS} , el desplazamiento cíclico adicional también puede ser aplicado al área 1603 mencionada anteriormente, y se muestra una descripción detallada del mismo en el área "1604" de la FIG. 16. Por lo tanto, dado que el número de desplazamientos cíclicos que no están basado en el grupo de desplazamientos cíclicos es R, el valor R puede ser representado por la Ecuación 29 siguiente:

[Ecuación 29]

$$R = \max\left(\left\lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u - G \cdot S) / N_{CS} \right\rfloor, 0\right)$$

$$(3) \quad (N_{ZC}/3) \leq d_u < (N_{ZC} - N_{CS})/2$$

La FIG. 17 es un diagrama conceptual que ilustra un procedimiento para calcular una variable que establece el desplazamiento cíclico dentro del intervalo $(N_{ZC}/3) \leq d_u < (N_{ZC} - N_{CS})/2$ según la presente invención.

En el área de $(N_{ZC}/3) \leq d_u$, a diferencia del caso (2) mencionado anteriormente (es decir, el caso (2) anteriormente mencionado de $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$), las posiciones de la respuesta del canal y del solapamiento causado por el desplazamiento Doppler superan la longitud total N_{ZC} de la secuencia, de modo que el solapamiento puede ocurrir entre la respuesta del canal del caso ideal y el intervalo d_u .

Por ejemplo, en el pico situado en la posición "1701" de la FIG. 17 el solapamiento puede ocurrir en las posiciones 1701a y 1701b por el desplazamiento Doppler (+/-). Por lo tanto, el número de desplazamientos cíclicos aplicables a un solo grupo de desplazamientos cíclicos en este caso (3) se decide por el área " $N_{ZC} - 2d_u$ " (1702) situada en el centro de la FIG. 17, de modo que el número P de desplazamientos cíclicos restringidos aplicables a cada grupo pueda ser calculado por la Ecuación 30 siguiente:

[Ecuación 30]

$$P = \left\lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} \right\rfloor$$

En este caso (3), la longitud S de cada grupo de desplazamientos cíclicos puede estar representado por la Ecuación 31 siguiente:

[Ecuación 31]

$$S = N_{ZC} - 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

La variable S es igual a la suma de la longitud del área 1702 ($N_{ZC} - 2d_u$) y la longitud del área 1703, que corresponde a la longitud " $P \cdot N_{CS}$ ". La longitud " $P \cdot N_{CS}$ " es variable con el número de desplazamientos cíclicos aplicables a cada grupo real situado en el lado derecho.

Por otra parte, el caso (3) anteriormente mencionado determina el número de grupos de desplazamientos cíclicos en una secuencia ZC dada considerando cuántas longitudes (S, siendo S = la longitud de un grupo específico) se permitirán en el intervalo d_u (1704), mientras que el caso (2) anteriormente mencionado ha determinado el número de grupos de desplazamientos cíclicos en tal secuencia ZC dada considerando cuántas longitudes (S) se permitirán en la longitud total N_{ZC} de la secuencia.

La separación entre una respuesta específica del canal y dos solapamientos de esta respuesta del canal supera el intervalo de la secuencia total, de modo que la presente invención controla los solapamientos individuales para que no se solapen entre sí dentro del intervalo d_u . El número de grupos de desplazamientos cíclicos puede estar representado por la Ecuación 32 siguiente:

[Ecuación 32]

$$G = \left\lfloor d_u / S \right\rfloor$$

Por último, el grupo de desplazamientos cíclicos se establece en el intervalo d_u (1704) según se ha descrito en lo que antecede, y puede quedar el área 1705 que tiene la longitud más corta que la del grupo de desplazamientos cíclicos. Esta longitud del área 1705 corresponde a " $d_u - G \cdot S$ ". Si la longitud del área 1705 es mayor que N_{CS} , puede aplicarse a esta longitud el desplazamiento cíclico adicional.

Por lo tanto, el número R de desplazamientos cíclicos adicionales puede estar representado por $\max(\lfloor (d_u - G \cdot S) / N_{CS} \rfloor, 0)$.

Si la longitud (S) de cada grupo de desplazamientos cíclicos es mayor que "P", los desplazamientos cíclicos adicionales correspondientes al número de más de "P" pueden solaparse con el área de solapamiento (+/-) en el área derecha. Por lo tanto, esta realización puede indicar el número R de desplazamientos cíclicos adicionales según se muestra a continuación en la Ecuación 33:

[Ecuación 33]

$$R = \min \left(\max \left(\left\lfloor (d_u - G \cdot S) / N_{CS} \right\rfloor, 0 \right), P \right)$$

$$(4) \quad (N_{ZC} - N_{CS}) / 2 \leq d_u$$

Con referencia a la FIG. 17, el área $N_{ZC} - 2d_u$ (1702) situada en la parte central debe ser mayor que N_{CS} , de modo que el desplazamiento cíclico pueda ser aplicado a cada grupo. Concretamente, este requisito puede ser representado por $N_{ZC} - 2d_u > N_{CS}$.

Si el requisito mencionado en lo que antecede es representado de diferentes maneras con base en el valor d_u , puede reconocerse que la ecuación $N_{ZC} - N_{CS} > 2d_u$ (es decir, $(N_{ZC} - N_{CS}) / 2 > d_u$) debe ser satisfecha. Por lo tanto, esta realización no establece el desplazamiento cíclico restringido en el intervalo $(N_{ZC} - N_{CS}) / 2 \leq d_u$.

Con base en la explicación de los intervalos individuales mencionada en lo que antecede, se dará a conocer a continuación una descripción detallada de solo el conjunto restringido contenido en la Ecuación 25. En primer lugar, el conjunto restringido de la Ecuación 25 puede ser representado por la Ecuación 34 siguiente:

[Ecuación 34]

$$C_v = S \cdot \lfloor v/P \rfloor + (v \bmod P) \cdot N_{CS}, \quad v = 0, 1, \dots, (P \cdot G + R - 1)$$

En lo que sigue se describirán los términos individuales para el uso en el desplazamiento cíclico anterior.

En la Ecuación 34, $S \cdot \lfloor v/P \rfloor$ es indicativo de un punto de inicio de cada grupo de desplazamientos cíclicos. Si el valor v es menor que el número P de desplazamientos cíclicos para cada grupo, $S \cdot \lfloor v/P \rfloor$ es indicativo de "0". Si el valor v es mayor que el número P de desplazamientos cíclicos para cada grupo y es menor que "2P", $S \cdot \lfloor v/P \rfloor$ es indicativo de "S", correspondiente a la longitud de un único grupo de desplazamientos cíclicos.

Si el valor v es mayor que "2P" y es menor que 3P, $S \cdot \lfloor v/P \rfloor$ es indicativo de "2S", correspondiendo a la longitud de dos grupos de desplazamientos cíclicos.

$(v \bmod P) \cdot N_{CS}$ es indicativo de la posición del desplazamiento cíclico aplicado a cada grupo (o de la posición de un desplazamiento cíclico adicional). En otras palabras, el valor v es desplazado a otra posición por una distancia N_{CS} predeterminada en intervalos del tiempo P .

El valor v de la Ecuación 34 (o de la Ecuación 25, que incluye la Ecuación 34) no discrimina entre los grupos o los componentes de los grupos, y es indicativo del número total de desplazamientos cíclicos. En consecuencia, el número total de desplazamientos cíclicos puede ser representado por $P \cdot G + R$.

Ejemplos modificados

En lo que sigue se describirán varios ejemplos modificados aplicables a la presente invención.

Aunque el mejor modo mencionado en lo que antecede ha dado a conocer el caso específico en el que no hay restricción alguna en el punto de inicio del desplazamiento cíclico, la presente invención puede ser aplicada no solo al caso mencionado en lo que antecede, sino también a otros casos restringidos.

En lo que sigue serán descritos no solo el mejor modo mencionado en lo que antecede, sino también todas las realizaciones capaces de ser aplicadas de forma más general.

La posición en la que ocurre el solapamiento por la frecuencia Doppler (+) está denotada por la posición "+desplazamiento", y la posición en la que ocurre el solapamiento por la frecuencia Doppler (-) está denotada por la posición "-desplazamiento".

Las FIGURAS 18 y 19 son diagramas conceptuales que ilustran un procedimiento para reducir el número de secuencias de preámbulo ZCZ debido a una respuesta de solapamiento en el caso de $N_{ZC}=839$, $N_{CS}=100$ y $d_u=155$ según la presente invención.

El desplazamiento cíclico de la FIG. 18 puede comenzar en cualquier posición. El desplazamiento cíclico de la FIG. 19 puede llevarse a cabo solo en la posición múltiplo de N_{CS} . El valor N_{CS} de la FIG. 18 es igual al de la FIG. 19; sin embargo, las posiciones de inicio de los desplazamientos cíclicos individuales son diferentes en las FIGURAS 18 y 19.

En conclusión, el caso de la FIG. 18 puede construir muchos más desplazamientos cíclicos que los de la FIG. 19. Con más detalle, el caso de la FIG. 18 elimina la restricción de la posición de inicio del desplazamiento cíclico, de modo que pueda adquirir el desplazamiento cíclico restringido adicional.

La FIG. 20 es un diagrama conceptual que ilustra la proporción creciente de un desplazamiento cíclico restringido disponible después de que se elimina la restricción de un emplazamiento de inicio del desplazamiento cíclico en el caso de $N_{ZC}=839$ según la presente invención.

La eliminación de la restricción en el inicio del desplazamiento cíclico puede no aumentar la complejidad del soporte físico.

Por lo tanto, se prefiere el desplazamiento cíclico restringido que no tiene consideración alguna en la posición predefinida del desplazamiento, y el mejor modo mencionado en lo que antecede se establece con la premisa mencionada anteriormente.

Sin embargo, la presente invención también puede ser aplicada al desplazamiento cíclico restringido que tiene la posición predefinida de desplazamiento, de modo que la siguiente descripción dará a conocer las dos clases mencionadas en lo que antecede.

En primer lugar, en lo que sigue se describirá el caso de desplazamiento cíclico restringido (es decir, el Caso 1) que no tiene consideración alguna en la posición predefinida del desplazamiento.

La Ecuación 21 indica la distancia de solapamiento, con independencia del dominio de generación del preámbulo. El número de desplazamientos cíclicos restringidos disponibles por secuencia ZC de raída se decide de forma diferente según el índice de raíz y el valor N_{CS} , de modo que se requiere diferentes ecuaciones para su uso en diferentes intervalos de distancia de solapamiento.

- 5 Específicamente, hay dos intervalos de distancias de solapamiento en los que no hay discriminación alguna entre respuestas de solapamiento. El intervalo en el que puede usarse el desplazamiento cíclico restringido está fijado en $N_{CS} \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$. En este intervalo, el intervalo de desplazamiento cíclico y dos intervalos de solapamiento no se solapan entre sí.

- 10 En este caso, si el preámbulo es generado en el dominio frecuencial, el valor " d_u " se fija a " u ", según se denota con $d_u = u$. Si el preámbulo es generado en el dominio temporal, el valor " d_u " se fija a " $1/u \bmod N_{ZC}$ ", según se denota con $d_u = 1/u \bmod N_{ZC}$. El número de desplazamientos cíclicos restringidos puede ser representado por medio de la Ecuación 35 siguiente:

[Ecuación 35]

$$N_{desp}(d_u) = \begin{cases} P \cdot G + R, & \text{para } N_{CS} \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2 \\ 0, & \text{en los demás casos} \end{cases}$$

- 15 En la Ecuación 35, " P " es indicativa del número de desplazamientos cíclicos restringidos por grupo, " G " es indicativa del número de grupos generados en una única secuencia de preámbulo y " R " es indicativa del número de desplazamientos cíclicos restringidos adicional que no está basado en el grupo adicional.

El intervalo disponible del desplazamiento cíclico restringido es denotado por $N_{CS} \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$. Este intervalo " $N_{CS} \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$ " puede ser dividido en " $N_{CS} \leq -d_u < (N_{ZC}/3)$ " y " $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$ " con base en $N_{ZC}/3$.

La razón por la cual el intervalo de la distancia de solapamiento se divide en " $N_{ZC} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ " y " $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$ " con base en $N_{ZC}/3$ ya ha sido dada a conocer.

- 20 Por lo tanto, " $N_{CS} \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$ " se decide de manera diferente con base en " $N_{ZC}/3$ ". A continuación se describirán el intervalo $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ y el intervalo $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$.

Si la posición de inicio del primer grupo está fijada en "0" el V_a -ésimo intervalo de desplazamiento cíclico restringido está definido por $[C_{va, inicio}, C_{va, fin}]$ en las Ecuaciones 36 y 37.

[Ecuación 36]

$$C_{v_e, inicio} = \begin{cases} g \cdot S + p \cdot N_{CS}, & \text{para } v = P \cdot g + p \quad p = 0, 1, \dots, P-1, \quad g = 0, 1, K, G-1 \\ G \cdot S + r \cdot N_{CS}, & \text{para } v = P \cdot g + r \quad r = 0, 1, \dots, R-1 \end{cases}$$

[Ecuación 37]

$$C_{v_a, fin} = C_{v_a, inicio} + N_{CS} - 1$$

El solapamiento ocurre en las posiciones de las Ecuaciones 38 y 39 siguientes:

[Ecuación 38]

$$F_{v_a, inicio}^{\pm}(d_u) = (C_{v_a, inicio} \pm d_u)_{N_{ZC}}$$

[Ecuación 39]

$$F_{v_a, fin}^{\pm}(d_u) = (C_{v_a, fin} \pm d_u)_{N_{ZC}}$$

- 25 En la Ecuación 39, " $()_{N_{ZC}}$ " es indicativo de una operación modular.

En primer lugar, el intervalo $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ de la distancia de solapamiento (es decir, el intervalo 1 de la distancia de solapamiento) tiene un número $G = \lfloor N_{ZC}/S \rfloor$ de grupos. Cada grupo incluye un número $P = \lfloor d_u/N_{CS} \rfloor$ de desplazamientos cíclicos restringidos. La longitud de cada grupo está denotada por $S = 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$. Si el

desplazamiento cíclico adicional disponible es un número positivo (+), el valor R está denotado por $R = \lfloor (N_{ZC} - G \cdot S - 2 \cdot d_u) / N_{CS} \rfloor$.

La FIG. 21 es un diagrama conceptual que ilustra un desplazamiento cíclico ejemplar en el caso de $N_{ZC}=839$, $N_{CS}=40$ y $d_u=150$ según una realización de la presente invención. Cada grupo tiene tres desplazamientos cíclicos, y existen dos desplazamientos cíclicos adicionales en los intervalos restantes. En este ejemplo, el número total de desplazamientos cíclicos restringidos es "5".

Según una realización, la presente invención aplica el número de grupos calculados, el número de desplazamientos cíclicos restringidos por grupo y la longitud del grupo a las Ecuaciones 36 y 37, y luego establece el intervalo de aplicación del desplazamiento cíclico en consideración de los parámetros mencionados en lo que antecede.

A continuación, en el intervalo $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$ de la distancia de solapamiento (es decir, el intervalo 2 de la distancia de solapamiento), el número de desplazamientos cíclicos disponibles por grupo está denotado por $P = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} \rfloor$, la longitud de cada grupo está denotada por $S = N_{ZC} - 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$, y hay G grupos (siendo $G = \lfloor d_u / S \rfloor$).

El desplazamiento cíclico adicional se selecciona de entre la parte central y la parte residual del lado derecho. En este caso, los desplazamientos cíclicos seleccionados deberían ser el menor número de desplazamientos cíclicos. Concretamente, si el valor R es un número positivo, el número de desplazamientos cíclicos adicionales está denotado por $R = \min(\lfloor (d_u - G \cdot S) / N_{CS} \rfloor, P)$. La posición de inicio del V_a -ésimo desplazamiento cíclico restringido se calcula aplicando a las Ecuaciones 36 y 37 los parámetros mencionados en lo que antecede.

La FIG. 22 es un diagrama conceptual que ilustra un desplazamiento cíclico ejemplar en el caso de $N_{ZC}=839$, $N_{CS}=40$ y $d_u=399$ según una realización de la presente invención. Cada grupo

Hay cuatro grupos, cada uno de los cuales tiene un único desplazamiento cíclico y un único desplazamiento cíclico adicional. En este ejemplo, el número total de desplazamientos cíclicos restringidos es 5.

Según esta realización, la presente invención aplica el número de grupos calculados, el número de desplazamientos cíclicos restringidos por grupo y la longitud del grupo a las Ecuaciones 36 y 37, y luego establece el intervalo de aplicación del desplazamiento cíclico en consideración de los parámetros mencionados en lo que antecede.

De hecho, el signo igual (=) entre dos intervalos de distancia de solapamiento puede no tener ningún significado o una importancia relativamente pequeño. Por ejemplo, en caso de usar la secuencia ZC que tiene la longitud de 839, el valor $(N_{ZC}/3)$ es igual a 279,67 (es decir $(N_{ZC}/3)=279,67$), de modo que los intervalos divididos $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ y $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$ pueden tener los mismos resultados que los de los intervalos divididos $N_{CS} \leq d_u \leq (N_{ZC}/3)$ y $(N_{ZC}/3) < d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$.

Acto seguido, en lo que sigue se describirá el desplazamiento cíclico restringido (es decir, el Caso 2) considerando la posición predefinida de desplazamiento.

Se cambia a otro procedimiento un procedimiento para generar el desplazamiento cíclico restringido usando la posición predefinida de desplazamiento. Cada intervalo de la distancia de solapamiento incluye no solo G grupos, cada uno de los cuales tiene P desplazamientos cíclicos, sino también un primer desplazamiento cíclico adicional de entre los R_1 grupos.

En caso de usar la posición predefinida de desplazamiento, la presente invención tiene un desplazamiento cíclico adicional particular, a diferencia del otro caso en el que no existe ninguna posición predefinida de desplazamiento en el área 2 del intervalo de la distancia de solapamiento.

En el área 2 del intervalo de la distancia de solapamiento, la región principal aparece generalmente en las muestras delanteras de la secuencia, y las regiones de solapamiento aparecen generalmente en las muestras posteriores de la secuencia. Sin embargo, según el Caso 2, la región principal aparece en las muestras posteriores de la secuencia y las regiones de solapamiento aparecen en las muestras delanteras de la secuencia.

El segundo desplazamiento cíclico adicional está denotado por R_2 . El segundo desplazamiento cíclico adicional no aparece en el intervalo 1 de la distancia de solapamiento. El número total de desplazamientos cíclicos restringidos puede ser representado por medio de la Ecuación 40 siguiente:

[Ecuación 40]

$$N_{desp}(d_u) = \begin{cases} P \cdot G + R_1 + R_2, & \text{para } N_{CS} \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2 \\ 0, & \text{en los demás casos} \end{cases}$$

Dado que la posición de inicio del primer grupo es "0", el V_a -ésimo desplazamiento cíclico restringido está definido en $[C_{va, inicio}, C_{va, fin}]$, según se denota por medio de las Ecuaciones 41 y 42:

[Ecuación 41]

$$C_{v_e, inicio} = \begin{cases} g \cdot S + p \cdot N_{CS}, & \text{para } v = P \cdot g + p, \quad p = 0, 1, \dots, P-1, \quad g = 0, 1, K, G-1 \\ G \cdot S + r_1 \cdot N_{CS}, & \text{para } v = P \cdot G + r_1, \quad r_1 = 0, 1, \dots, R_1-1 \\ \left[\left(N_{ZC} - d_u + P \cdot N_{CS} + (G-1)S \right) / N_{CS} \right] \cdot N_{CS} + r_2 \cdot N_{CS}, & \text{para } v = P \cdot G + R_1 + r_2, \quad r_2 = 0, 1, \dots, R_2-1 \end{cases}$$

[Ecuación 42]

$$C_{v_a, fin} = C_{v_a, inicio} + N_{CS} - 1$$

El solapamiento relacionado ocurre en las posiciones de las Ecuaciones 43 y 44 siguientes:

[Ecuación 43]

$$F_{v_a, inicio}^{\pm}(d_u) = (C_{v_a, inicio} \pm d_u)_{N_{ZC}}$$

[Ecuación 44]

$$F_{v_a, fin}^{\pm}(d_u) = (C_{v_a, fin} \pm d_u)_{N_{ZC}}$$

En las Ecuaciones 43 y 44, $()_{N_{ZC}}$ es indicativo de una operación modular.

- 5 En el intervalo $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ de la distancia de solapamiento (es decir, el intervalo 1 de la distancia de solapamiento), existen G grupos (siendo $G = \lfloor N_{ZC}/S \rfloor$), existen P desplazamientos cíclicos restringidos (siendo $P = \lfloor d_u/N_{CS} \rfloor$), y la longitud del grupo está denotada por $S = \lfloor (2d_u/N_{CS}) + P \cdot N_{CS} \rfloor$. Si el valor R_1 es un número positivo (+), el número de los desplazamientos cíclicos adicionales está denotado por $R_1 = \lfloor (N_{ZC} - G \cdot S - 2 \cdot d_u)/N_{CS} \rfloor$.

- 10 La FIG. 23 es un diagrama conceptual que ilustra un desplazamiento cíclico ejemplar en el caso de $N_{ZC}=839$, $N_{CS}=40$ y $d_u=150$ según otra realización de la presente invención. En la FIG. 23, cada grupo incluye tres desplazamientos cíclicos y dos desplazamientos cíclicos adicionales. En este ejemplo, el número total de desplazamientos cíclicos es "5".

- 15 Según esta realización, la presente invención aplica el número de grupos calculados, el número de desplazamientos cíclicos restringidos por grupo y la longitud del grupo a las Ecuaciones 41 y 42, y luego establece el intervalo de aplicación del desplazamiento cíclico en consideración de los parámetros mencionados en lo que antecede.

A continuación, en el intervalo $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$ de la distancia de solapamiento (es decir, el intervalo 2 de la distancia de solapamiento), el número de desplazamientos cíclicos disponibles por grupo está denotado por $P = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u)/N_{CS} \rfloor$, la longitud de cada grupo está denotada por $S = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u)/N_{CS} \rfloor + P \cdot N_{CS}$, y hay G grupos (siendo $G = \lfloor d_u/S \rfloor$).

- 20 El primer desplazamiento cíclico adicional se calcula mediante el mismo procedimiento que el del intervalo 1 de la distancia de solapamiento. Si el valor R_1 es un número positivo, el número de desplazamientos cíclicos adicionales está denotado por $R = \min(\lfloor (d_u - G \cdot S)/N_{CS} \rfloor, P)$.

- 25 Si el valor R_1 es igual a "0" (es decir, $R_1=0$), debe determinarse la presencia o la ausencia de un segundo desplazamiento cíclico adicional. La forma del segundo desplazamiento cíclico adicional es la opuesta de la forma del desplazamiento cíclico convencional, tal como se muestra en el último desplazamiento cíclico de la FIG. 23.

La presente invención determina si el intervalo de solapamiento del segundo desplazamiento cíclico adicional es un intervalo disponible (es decir, $d_u - [P \cdot N_{CS} + (G-1) \cdot S] \geq N_{ZC} - 2d_u + N_{CS}$) y determina si el intervalo de desplazamiento cíclico está disponible (es decir, $X + N_{CS} \leq 2d_u$). Si se determina que el intervalo de desplazamiento cíclico está disponible (es decir, $X + N_{CS} \leq 2d_u$),

- 30 La FIG. 24 es un diagrama conceptual que ilustra un desplazamiento cíclico ejemplar en el caso de $N_{ZC}=839$, $N_{CS}=40$ y $d_u=399$ según otra realización de la presente invención. En la FIG. 24, cada grupo incluye tres desplazamientos cíclicos y ningún desplazamiento cíclico adicional (es decir, un primer desplazamiento cíclico adicional cero). Y cada grupo incluye, además, un único desplazamiento cíclico adicional en el cual una posición relativa de la región principal es opuesta a la de la región de solapamiento. Este segundo desplazamiento cíclico no ocurre cuando no se usa la posición fijada de desplazamiento cíclico, tal como se muestra en la FIG. 22. En este ejemplo, el número total de desplazamientos cíclicos es "4".

Según esta realización, la presente invención aplica el número de grupos calculados, el número de desplazamientos cíclicos restringidos por grupo y la longitud del grupo a las Ecuaciones 41 y 42, y luego establece el intervalo de aplicación del desplazamiento cíclico en consideración de los parámetros mencionados en lo que antecede.

- 5 Según otra realización, un sistema específico con el desplazamiento cíclico fijado puede determinar el desplazamiento cíclico según el siguiente procedimiento.

En primer lugar, el intervalo total de la secuencia es dividido por el valor del desplazamiento cíclico.

A continuación, la presente invención busca el intervalo ($\pm u$ o $\pm(m \cdot N_{ZC}-1)/u$) en el que ocurre la interferencia causada por el desplazamiento en el primer intervalo (es decir, $n=1$). En este caso, hay una pluralidad de intervalos, cada uno de los cuales tiene la interferencia.

- 10 Por ejemplo, en caso de considerar solo la primera interferencia, el número máximo de intervalos de generación de interferencias puede fijarse en "4".

A continuación, si el primer intervalo no se solapa con todos los intervalos de interferencia causados por el desplazamiento, el primer intervalo está fijado a un intervalo disponible, y los intervalos restantes causados por el desplazamiento son fijados a un intervalo restringido (también denominado intervalo de prohibición).

- 15 La presente invención va al siguiente intervalo (es decir, $n=n+1$), y busca reiteradamente el intervalo en el que la interferencia es generada por el desplazamiento.

- 20 Aunque la presente invención busca el intervalo de generación de interferencias en el intervalo n -ésimo, si no se solapan entre sí un intervalo de observación, varios intervalos causados por el desplazamiento, un intervalo disponible preestablecido e intervalos de prohibición preestablecidos, la presente invención determina que un intervalo actual es un intervalo disponible y determina que los varios intervalos anteriores causados por el desplazamiento asociado con el intervalo actual son intervalos de prohibición. Si se repite el procedimiento mencionado en lo que antecede hasta alcanzar el último intervalo, la presente invención puede determinar el desplazamiento cíclico en el sistema, incluyendo el desplazamiento cíclico fijado.

- 25 Según otra realización adicional, la presente invención puede aplicar el intervalo de aplicación del desplazamiento cíclico establecido mencionado en lo que antecede únicamente a la célula de movilidad elevada en un sistema de comunicaciones móviles que incluya varias células.

- 30 En este caso, la presente invención puede determinar si una célula correspondiente tiene la movilidad elevada determinando si el desplazamiento de la frecuencia asociada con la célula es mayor que un nivel predeterminado después de adquirir la información de la célula. En este caso, el nivel predeterminado es indicativo de un valor de desplazamiento de la frecuencia, que puede ser decidido o modificado fácilmente por los expertos en la técnica.

- 35 Preferentemente, la presente invención puede controlar el nodo B o el UE para determinar si la célula correspondiente es la célula de movilidad elevada. Sin embargo, el UE tiene dificultad para estimar el valor de desplazamiento de la frecuencia de cada uno de los demás UE contenidos en la célula. Por lo tanto, es más preferible que el nodo B determine si la célula correspondiente es la célula de movilidad elevada en consideración de varios UE de la célula y que transmita la señal resultante por el canal de radiodifusión.

Por otra parte, si se determina que la célula correspondiente no es indicativa de la célula de movilidad elevada, la presente invención puede incluir un procedimiento para asignar una secuencia no asignada a la célula de movilidad elevada.

- 40 La descripción siguiente muestra que las ecuaciones se modifican en otras con la misma condición que la del mejor modo, y en lo que sigue se describirá una descripción detallada de ello.

En asociación con el mejor modo, las ecuaciones mencionadas en lo que antecede también puede estar denotadas por la expresión siguiente.

Si $C_v = S \cdot \lfloor v/P \rfloor + (v \bmod P) \cdot N_{CS}$, $v=0,1,\dots,(P \cdot G+R-1)$ y $E = \lfloor d_u/N_{CS} \rfloor$, $F = \lfloor (N_{ZC}-2d_u)/N_{CS} \rfloor$ en el intervalo $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ de la distancia de solapamiento, los valores P y G son denotados por $P=E$, $S=2d_u+E \cdot N_{CS}$, $G=\lfloor F \cdot N_{CS}/S \rfloor$.

- 45 Si $C_v = S \cdot \lfloor v/P \rfloor + (v \bmod P) \cdot N_{CS}$, $v=0,1,\dots,(P \cdot G+R-1)$ y $E = \lfloor d_u/N_{CS} \rfloor$, $F = \lfloor (N_{ZC}-2d_u)/N_{CS} \rfloor$ en el intervalo $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC}-N_{CS})/2$ de la distancia de solapamiento, los valores P, S, G y R son denotados por $P=F$, $S=N_{ZC}-2d_u+F \cdot N_{CS}$, $G=\lfloor E \cdot N_{CS}/S \rfloor$, $R=\min(\lfloor (d_u-G \cdot S)/N_{CS} \rfloor, F)$.

A continuación, en lo que sigue se describirá el caso del desplazamiento cíclico restringido usando otras ecuaciones considerando la posición predefinida de desplazamiento (Caso 2).

- 50 La secuencia ZC de raíz u -ésima que tiene la región de correlación nula, es decir, el v -ésimo preámbulo de acceso aleatorio, está definida por $x_{u,v}(n) = x_u((n+C_v) \bmod N_{ZC})$. En este caso, el valor C_v está definido por la Ecuación 45:

[Ecuación 45]

$$C_v = \begin{cases} v \cdot N_{CS}, & v = 0, 1, \dots, (\lfloor N_{ZC} / N_{CS} \rfloor - 1), \text{ para célula de movilidad baja/media} \\ S \cdot \lfloor v/P \rfloor + (v \bmod P) \cdot N_{CS}, & v = 0, 1, \dots, (P \cdot G + R - 1), \text{ para célula de movilidad elevada} \end{cases}$$

en la que $C_{P \cdot G + R_1 + R_2 - 1} = X$, si $R_2 = 1$, para la célula de movilidad elevada.

En este caso, los parámetros de la célula de movilidad elevada puede ser definidos por la explicación siguiente.

Con más detalle, en el intervalo $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ de solapamiento el valor P está denotado por $P = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$, el valor S está denotado por $S = \lfloor (2d_u / N_{CS} + P) \cdot N_{CS} \rfloor$, y el valor G está denotado por $G = \lfloor N_{ZC} / S \rfloor$. Un primer desplazamiento cíclico adicional R_1 está denotado por $R_1 = \max(\lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u - G \cdot S) \cdot N_{CS} \rfloor, 0)$, y un segundo desplazamiento cíclico adicional R_2 está denotado por $R_2 = 0$.

En el intervalo $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$ de solapamiento, el valor P está denotado por $P = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} \rfloor$, el valor S está denotado por $S = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} + P \rfloor \cdot N_{CS}$, y el valor G está denotado por $G = \lfloor d_u / S \rfloor$. Un primer desplazamiento cíclico restringido adicional R_1 está denotado por $R_1 = \min(\max(\lfloor (d_u - G \cdot S) / N_{CS} \rfloor, 0), P)$, un segundo desplazamiento cíclico restringido adicional R_2 está denotado por $R_2 = 1$ en el caso de $R_1 = 0$ y " $X - N_{CS} < 2 d_u$ ". En este caso, el valor X está denotado por $X = \lfloor (N_{ZC} - d_u + P \cdot N_{CS} + (G - 1)S) / N_{CS} \rfloor \cdot N_{CS}$.

En el caso de desfase cíclico restringido de $x_{u,v}(n) = x_u((n + C_v) \bmod N_{ZC})$, se ha dado a conocer el procedimiento para usar directamente el valor de desplazamiento del v -ésimo desplazamiento cíclico restringido. A diferencia del procedimiento, puede aplicarse a la presente invención otro procedimiento para emplear el valor V_a para el V_a -ésimo desplazamiento cíclico restringido. Con más detalle, el desplazamiento cíclico similar puede ser generado usando la ecuación $x_{u,v_a}(n) = x_u((n + \text{round}(v_a N_{CS})) \bmod N_{ZC})$.

En caso de generar el desplazamiento cíclico usando el procedimiento mencionado en lo que antecede, el concepto básico es igual a los de los procedimientos mencionados más arriba. Sin embargo, se aplican ecuaciones diferentes a los procedimientos mencionados en lo que antecede.

El caso (Caso 1) del desplazamiento cíclico restringido que no tiene ninguna consideración de la posición predefinida de desplazamiento será descrito usando otras ecuaciones.

El índice (v) del desplazamiento cíclico está representado por la Ecuación 46 siguiente:

[Ecuación 46]

$$v = \begin{cases} g \cdot S + p, & \text{para } v = P \cdot g + p \quad p = 0, 1, \dots, P - 1, \quad g = 0, 1, K, G - 1 \\ G \cdot S + r, & \text{para } v = P \cdot g + r \quad r = 0, 1, \dots, R - 1 \end{cases}$$

En el intervalo $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ de solapamiento, el valor P está denotado por $P = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$, el valor S está denotado por $S = 2d_u / N_{CS} + P$, y el valor G está denotado por $G = \lfloor N_{ZC} / (S \cdot N_{CS}) \rfloor$, y el desplazamiento cíclico restringido adicional R está denotado por $R = \max(\lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} - G \cdot S \rfloor, 0)$.

En el intervalo $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$ de solapamiento, el valor P está denotado por $P = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} \rfloor$, el valor S está denotado por $S = (N_{ZC} - 2d_u) / N_{CS} + P$, el valor G está denotado por $G = \lfloor d_u / (S \cdot N_{CS}) \rfloor$ y el valor R está denotado por $R = \min(\max(\lfloor d_u / N_{CS} - G \cdot S \rfloor, 0), P)$.

Si $E = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$, $F = \lfloor (N_{ZC} - 2d_u) / N_{CS} \rfloor$, la expresión mencionada en lo que antecede puede ser representada de otras maneras. Con más detalle, en el intervalo $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ de solapamiento, el valor P está denotado por $P = E$, el valor S está denotado por $2d_u / N_{CS} + E$, el valor G está denotado por $G = \lfloor F / S \rfloor$ y el valor R está denotado por $R = \min(\lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} - G \cdot S \rfloor, E)$.

En el intervalo $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$ de solapamiento, el valor P está denotado por $P = F$, el valor S está denotado por $S = N_{ZC} / N_{CS} - 2d_u / N_{CS} + P$, el valor G está denotado por $G = \lfloor E / S \rfloor$ y el valor R está denotado por $R = \min(\lfloor d_u / N_{CS} - G \cdot S \rfloor, F)$.

A continuación, se describirá el caso del desplazamiento cíclico restringido (Caso 2) usando otras ecuaciones considerando la posición predefinida de desplazamiento.

El índice (v) del desplazamiento cíclico está representado por la Ecuación 47 siguiente:

[Ecuación 47]

$$v = \begin{cases} g \cdot S + p, & \text{para } v = P \cdot g + p \quad p = 0, 1, \dots, P-1, \quad g = 0, 1, \dots, G-1 \\ G \cdot S + r_1, & \text{para } v = P \cdot G + r_1 \quad r_1 = 0, 1, \dots, R_1-1 \\ X + r_2, & \text{para } v = P \cdot G + R_1 + r_2, \quad r_2 = 0, 1, \dots, R_2-1 \end{cases}$$

En el intervalo $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ de solapamiento, el valor P está denotado por $P = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$, el valor S está denotado por $S = \lfloor (2d_u / N_{CS}) + P \rfloor$, y el valor G está denotado por $G = \lfloor N_{ZC} / (SN_{CS}) \rfloor$, y el desplazamiento cíclico restringido adicional R_1 está denotado por $R_1 = \max(\lfloor (N_{ZC} - G \cdot SN_{CS} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} \rfloor, 0)$.

5 En el intervalo $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$ de solapamiento, el valor P está denotado por $P = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} \rfloor$, el valor S está denotado por $S = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} + P \rfloor$, el valor G está denotado por $G = \lfloor d_u / (SN_{CS}) \rfloor$ y el valor R_1 está denotado por $R_1 = \min(\max(\lfloor d_u - G \cdot SN_{CS} \rfloor / N_{CS}, 0), P)$.

Si $R_1 = 0$ y $X \cdot N_{CS} + N_{CS} \leq 2d_u$, el valor R_2 puede ser representado por $R_2 = 1$. En este caso, el valor X está denotado por $X = \lfloor (N_{ZC} - d_u + P \cdot N_{CS} + (G-1)SN_{CS}) / N_{CS} \rfloor$.

10 Si $E = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$; $s = d_u \bmod N_{CS}$; $E' = \lfloor 2s / N_{CS} \rfloor$ y $F = \lfloor (N_{ZC} - 2d_u) / N_{CS} \rfloor$; $t = (N_{ZC} - 2d_u) \bmod N_{CS}$; $E = \lfloor t / N_{CS} \rfloor$, en el intervalo $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$ de solapamiento, el valor P está denotado por $P = E$, el valor S está denotado por $S = 2F + E'$, el valor G está denotado por $G = \lfloor E / S \rfloor$, y el valor R_2 está denotado por $R_2 = \min(E - G \cdot S, F)$.

Si $R_1 = 0$ y $X \cdot N_{CS} \leq 2d_u - N_{CS}$, el valor R_2 puede estar representado por $R_2 = 1$. En este caso, el valor X está denotado por $X = \lfloor X' + F + (G-1)S \rfloor$, $X' = (N_{ZC} - d_u) / N_{CS}$.

15 Tal como se ha descrito en lo que antecede, según las realizaciones mencionadas anteriormente, en caso de implementar la secuencia de desplazamiento cíclico usando la secuencia CAZAC, la presente invención puede definir el conjunto de desplazamientos cíclicos capaz de eliminar la ambigüedad de desplazamiento causado por el desplazamiento frecuencial o temporal.

20 Además, en caso de acceder al canal no sincronizado, el desplazamiento de la frecuencia o el desplazamiento temporal no son ajustadas a este canal no sincronizado, de modo que la presente invención puede aumentar la intensidad de este canal.

Según el intervalo de influencia del filtro formador de impulsos, la presente invención puede definir el conjunto de desplazamientos cíclicos en el que se consideran la interferencia de primer orden, la interferencia de segundo orden y las interferencias de orden mayor.

25 Debería hacerse notar que la mayor parte de la terminología dada a conocer en la presente invención está definida en consideración de funciones de la presente invención, y puede estar determinada de manera diferente según la intención de los expertos en la técnica o de las prácticas habituales. Por lo tanto, resulta preferible que la terminología mencionada en lo que antecede sea entendida con base en todo el contenido dado a conocer en la presente invención.

30 Resultará evidente para los expertos en la técnica que pueden realizarse diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Así, se pretende que la presente invención abarque las modificaciones y las variaciones de esta invención en la medida en la que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

35 Como resulta evidente a partir de la descripción anterior, la presente invención puede establecer fácilmente un intervalo de desplazamiento cíclico (CS) en un emplazamiento específico que no tenga ningún solapamiento considerando una respuesta del canal de una secuencia de recepción (Rx) y un emplazamiento de solapamiento de esta secuencia de recepción (Rx), aunque una señal de recepción (Rx) esté desplazada por una propagación de retardo del canal o un retardo de propagación con independencia de las categorías de un dominio que genere una secuencia, de modo que reduzca muchísimo el número de errores de detección y la frecuencia de falsas alarmas.

40 Y, si se asigna una secuencia de desplazamiento cíclico (CS) a una célula que tiene un desplazamiento de la frecuencia de más de un nivel predeterminado, la presente invención puede minimizar la influencia de un desplazamiento de la frecuencia en una célula de movilidad elevada.

45 La presente invención está relacionada con un primer procedimiento de asignación de una secuencia a cada célula en consideración de las características de la secuencia CAZAC, y con un segundo procedimiento para el establecimiento del desplazamiento cíclico que ha de ser aplicado al primer procedimiento. Por lo tanto, la presente invención puede ser aplicada a un sistema de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, un UE y un nodo B).

Aunque las realizaciones preferentes de la presente invención han sido dadas a conocer con fines ilustrativos, los expertos en la técnica apreciarán que son posibles diversas modificaciones, adiciones y sustituciones sin apartarse del alcance de la invención tal como es dada a conocer en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de transmisión de señales a una estación base estableciendo un valor de desplazamiento cíclico para ser aplicado a una secuencia de correlación automática de amplitud constante nula, CAZAC en lo sucesivo, contra un efecto de una alta frecuencia Doppler mayor que un valor predeterminado en un equipo de usuario, UE en lo sucesivo, estando **caracterizado** el procedimiento **por** comprender:

adquirir una primera variable (d_u) de un desplazamiento cíclico correspondiente a un desplazamiento Doppler de una separación de una subportadora usando un índice raíz (u) de la secuencia CAZAC (S1301); adquirir variables secundarias usando la primera variable (d_u), comprendiendo las variables secundarias un número (P) de desplazamientos cíclicos aplicables dentro de cada grupo de desplazamientos cíclicos, una longitud (S) de cada grupo de desplazamientos cíclicos y un número (G) de grupos de desplazamientos cíclicos dentro de la secuencia CAZAC (S1302); establecer el valor de desplazamiento cíclico que ha de ser aplicado a la secuencia CAZAC según las variables secundarias (S1303); aplicar el valor establecido de desplazamiento cíclico a la secuencia CAZAC; y transmitir a la estación base la secuencia CAZAC a la que ha sido aplicado el valor establecido de desplazamiento cíclico.

2. El procedimiento según la reivindicación 1 en el que las variables secundarias comprenden, además, un número (R) de desplazamientos cíclicos adicionales que son aplicables a la secuencia CAZAC no basados en el grupo de desplazamientos cíclicos.
3. El procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2 en el que la secuencia CAZAC es una secuencia Zadoff-Chu (ZC).
4. El procedimiento según la reivindicación 1 en el que la primera variable es adquirida por una ecuación

$$d_u = \begin{cases} u^{-1} \bmod N_{ZC}, & 0 \leq (u^{-1} \bmod N_{ZC}) < N_{ZC}/2 \\ N_{ZC} - (u^{-1} \bmod N_{ZC}), & N_{ZC}/2 \leq (u^{-1} \bmod N_{ZC}) < N_{ZC} \end{cases}$$

en la que “ u ” indica el índice raíz de la secuencia ZC y “ N_{ZC} ” corresponde a una longitud de la secuencia ZC.

5. El procedimiento según la reivindicación 3 en el que las variables secundarias son adquiridas de forma diferente según un intervalo de la primera variable (d_u), y el intervalo de la primera variable es dividido por un criterio correspondiente a 1/3 de la longitud de la secuencia ZC ($N_{ZC}/3$).
6. El procedimiento según la reivindicación 5 en el que:

si el intervalo de la primera variable (d_u) es $N_{CS} \leq d_u < (N_{ZC}/3)$, las variables secundarias son adquiridas por las ecuaciones

$$P = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$$

$$S = 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

$$G = \lfloor N_{ZC} / S \rfloor$$

$$R = \max\left(\left\lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u - G \cdot S) / N_{CS} \right\rfloor, 0\right)$$

en las que “ N_{CS} ” es un parámetro predeterminado de desplazamiento cíclico, “ P ” corresponde al número de desplazamientos cíclicos aplicables dentro de cada grupo de desplazamientos cíclicos, “ S ” corresponde a la longitud de cada grupo de desplazamientos cíclicos, “ G ” corresponde al número de grupos de desplazamientos cíclicos dentro de la secuencia ZC y “ R ” corresponde al número de desplazamientos cíclicos adicionales.

7. El procedimiento según la reivindicación 5 en el que:

si el intervalo de la primera variable (d_u) es $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$, las variables secundarias son adquiridas por las ecuaciones

$$P = \lfloor (N_{zc} - 2 \cdot d_u) / N_{cs} \rfloor$$

$$S = N_{zc} - 2 \cdot d_u + P \cdot N_{cs}$$

$$G = \lfloor d_u / S \rfloor$$

$$R = \min \left(\max \left(\lfloor (d_u - G \cdot S) / N_{cs} \rfloor, 0 \right), P \right)$$

en las que "N_{cs}" es un parámetro predeterminado de desplazamiento cíclico, "P" corresponde al número de desplazamientos cíclicos aplicables dentro de cada grupo de desplazamientos cíclicos, "S" corresponde a la longitud de cada grupo de desplazamientos cíclicos, "G" corresponde al número de grupos de desplazamientos cíclicos dentro de la secuencia ZC y "R" corresponde al número de desplazamientos cíclicos adicionales.

8. El procedimiento según las reivindicaciones 6 o 7 en el que dicho establecimiento del valor de desplazamiento cíclico (C_v) se realiza como una ecuación

$$C_v = S \cdot \lfloor v/P \rfloor + (v \bmod P) \cdot N_{cs}, \quad v = 0, 1, \dots, (P \cdot G + R - 1).$$

9. El procedimiento según la reivindicación 1 en el que la secuencia CAZAC es transmitida como un preámbulo de acceso aleatorio.

10. Un equipo de usuario, UE en lo sucesivo, para transmitir señales a una estación base estableciendo un valor de desplazamiento cíclico para ser aplicado a una secuencia de correlación automática de amplitud constante nula, CAZAC en lo sucesivo, contra un efecto de una alta frecuencia Doppler mayor que un valor predeterminado, estando configurado el UE para:

adquirir una primera variable (d_u) de un desplazamiento cíclico correspondiente a un desplazamiento Doppler de una separación de una subportadora usando un índice raíz (u) de la secuencia CAZAC (S1301); adquirir variables secundarias usando la primera variable (d_u), comprendiendo las variables secundarias un número (P) de desplazamientos cíclicos aplicables dentro de cada grupo de desplazamientos cíclicos, una longitud (S) de cada grupo de desplazamientos cíclicos y un número (G) de grupos de desplazamientos cíclicos dentro de la secuencia CAZAC (S1302);

establecer el valor de desplazamiento cíclico que ha de ser aplicado a la secuencia CAZAC según las variables secundarias (S1303); aplicar el valor establecido de desplazamiento cíclico a la secuencia CAZAC; y transmitir a la estación base la secuencia CAZAC a la que ha sido aplicado el valor establecido de desplazamiento cíclico.

11. El UE según la reivindicación 10 en el que las variables secundarias comprenden, además, un número (R) de desplazamientos cíclicos adicionales que son aplicables a la secuencia CAZAC no basados en el grupo de desplazamientos cíclicos.

12. El UE según las reivindicaciones 10 u 11 en el que la secuencia CAZAC es una secuencia Zadoff-Chu (ZC).

13. El UE según la reivindicación 10 en el que la primera variable es adquirida por una ecuación

$$d_u = \begin{cases} u^{-1} \bmod N_{zc}, & 0 \leq (u^{-1} \bmod N_{zc}) < N_{zc}/2 \\ N_{zc} - (u^{-1} \bmod N_{zc}), & N_{zc}/2 \leq (u^{-1} \bmod N_{zc}) < N_{zc} \end{cases}$$

en la que "u" indica el índice raíz de la secuencia ZC y "N_{zc}" corresponde a una longitud de la secuencia ZC.

14. El UE según la reivindicación 12 en el que las variables secundarias son adquiridas de forma diferente según un intervalo de la primera variable (d_u), y el intervalo de la primera variable es dividido por un criterio correspondiente a 1/3 de la longitud de la secuencia ZC (N_{zc}/3).

15. El UE según la reivindicación 14 en el que:

si el intervalo de la primera variable (d_u) es N_{cs} ≤ d_u < (N_{zc}/3), las variables secundarias son adquiridas por las ecuaciones

$$P = \lfloor d_u / N_{CS} \rfloor$$

$$S = 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

$$G = \lfloor N_{ZC} / S \rfloor$$

$$R = \max\left(\lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u - G \cdot S) / N_{CS} \rfloor, 0\right)$$

en las que “N_{CS}” es un parámetro predeterminado de desplazamiento cíclico, “P” corresponde al número de desplazamientos cíclicos aplicables dentro de cada grupo de desplazamientos cíclicos, “S” corresponde a la longitud de cada grupo de desplazamientos cíclicos, “G” corresponde al número de grupos de desplazamientos cíclicos dentro de la secuencia ZC y “R” corresponde al número de desplazamientos cíclicos adicionales.

5

16. El UE según la reivindicación 14 en el que:

si el intervalo de la primera variable (d_u) es $(N_{ZC}/3) \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$, las variables secundarias son adquiridas por las ecuaciones

$$P = \lfloor (N_{ZC} - 2 \cdot d_u) / N_{CS} \rfloor$$

$$S = N_{ZC} - 2 \cdot d_u + P \cdot N_{CS}$$

$$G = \lfloor d_u / S \rfloor$$

$$R = \min\left(\max\left(\lfloor (d_u - G \cdot S) / N_{CS} \rfloor, 0\right), P\right)$$

en las que “N_{CS}” es un parámetro predeterminado de desplazamiento cíclico, “P” corresponde al número de desplazamientos cíclicos aplicables dentro de cada grupo de desplazamientos cíclicos, “S” corresponde a la longitud de cada grupo de desplazamientos cíclicos, “G” corresponde al número de grupos de desplazamientos cíclicos dentro de la secuencia ZC y “R” corresponde al número de desplazamientos cíclicos adicionales.

10

17. El UE según las reivindicaciones 15 o 16, estando configurado el UE para establecer el valor de desplazamiento cíclico (C_v) por medio de una ecuación

15

$$C_v = S \cdot \lfloor v / P \rfloor + (v \bmod P) \cdot N_{CS}, \quad v = 0, 1, \dots, (P \cdot G + R - 1).$$

18. El UE según la reivindicación 10 en el que el UE está configurado para transmitir la secuencia CAZAC como un preámbulo de acceso aleatorio.

FIG. 1

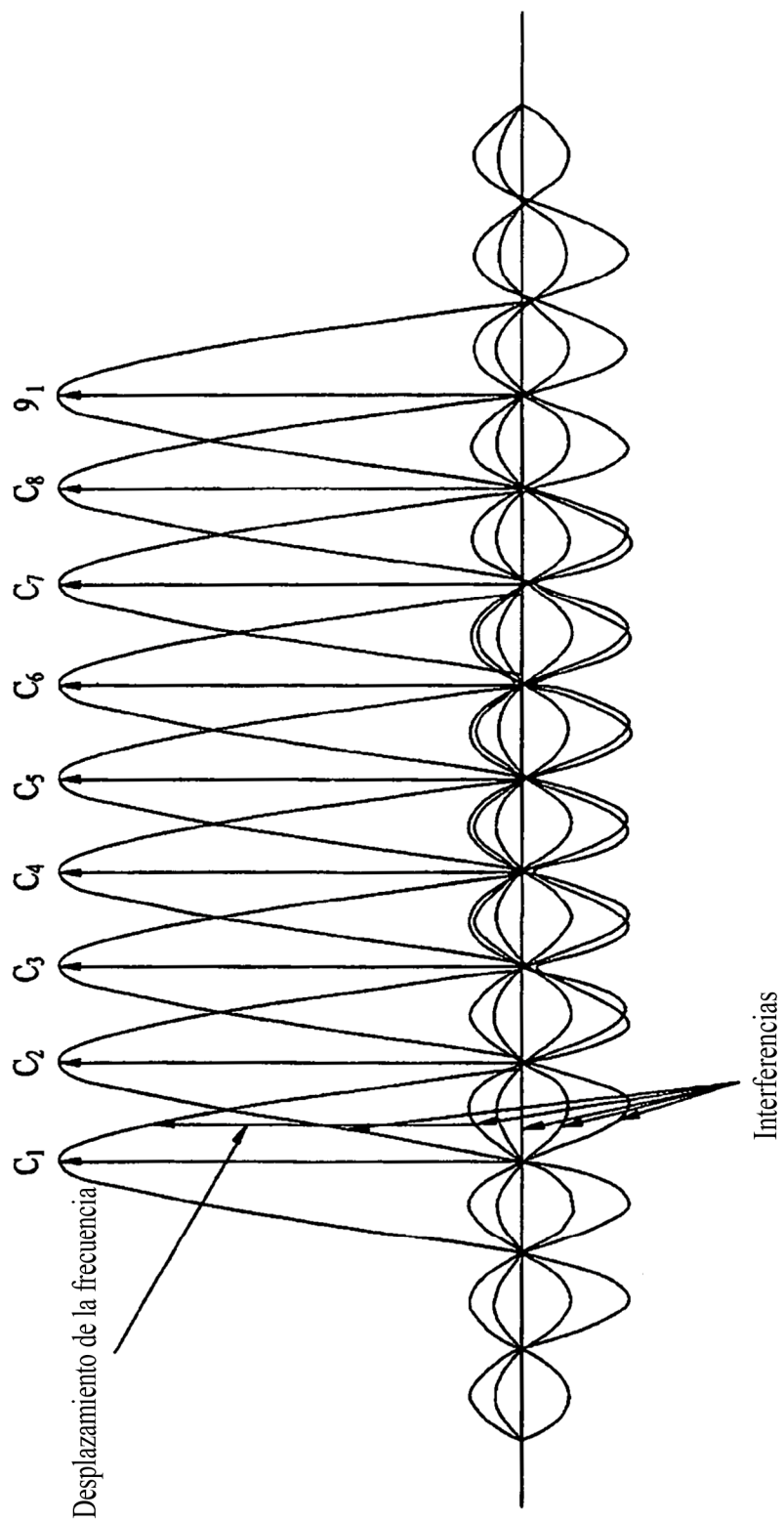


FIG. 2

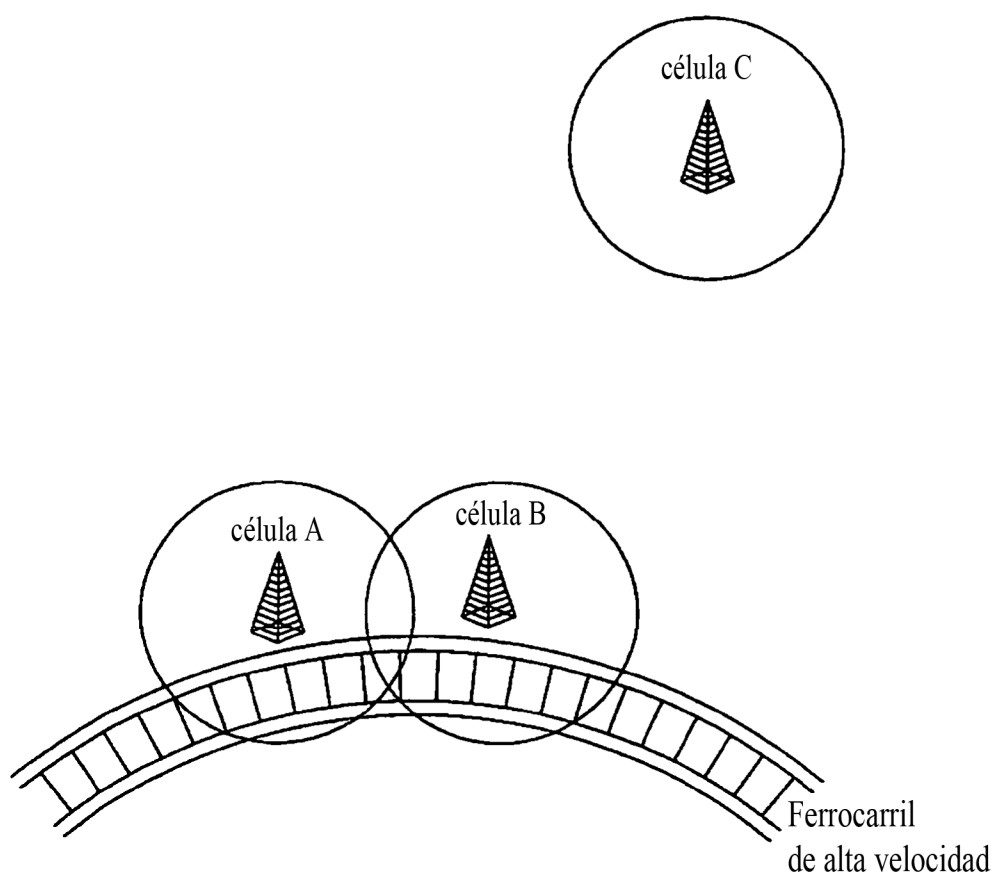


FIG. 3

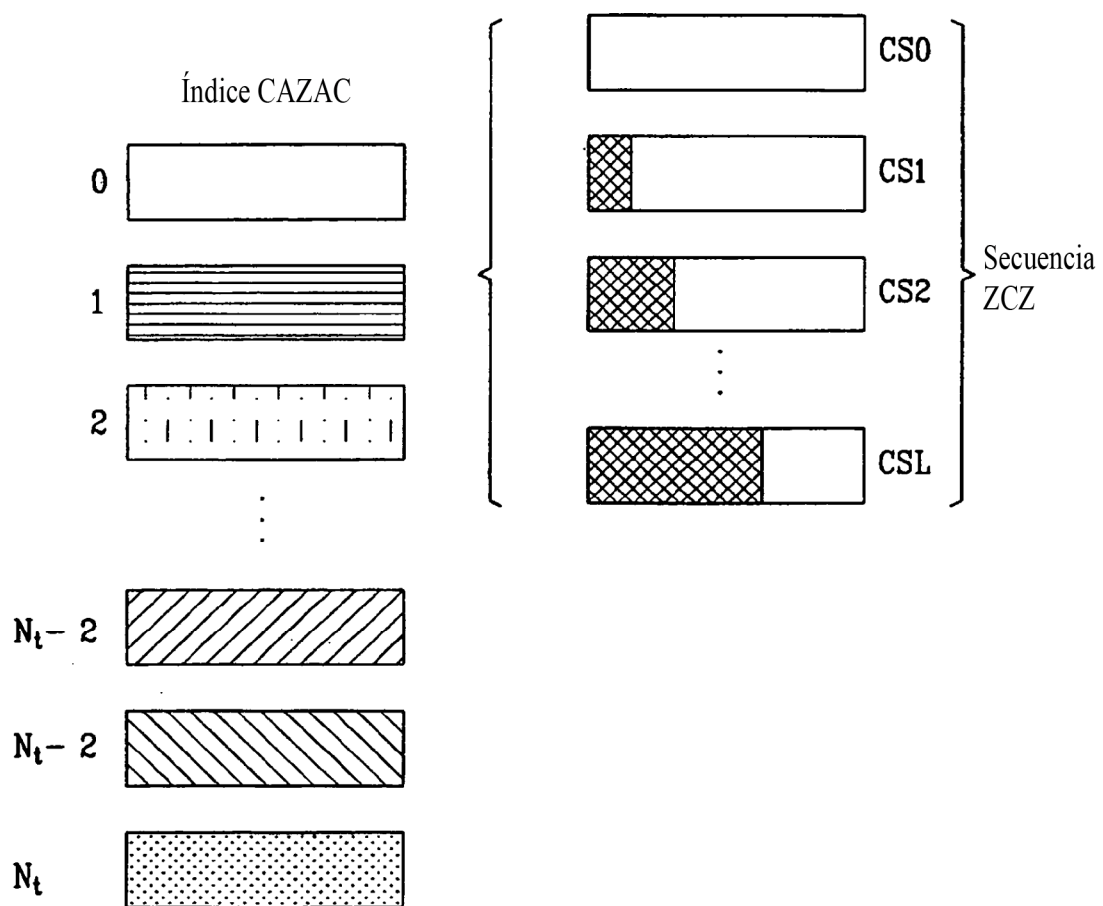


FIG. 4

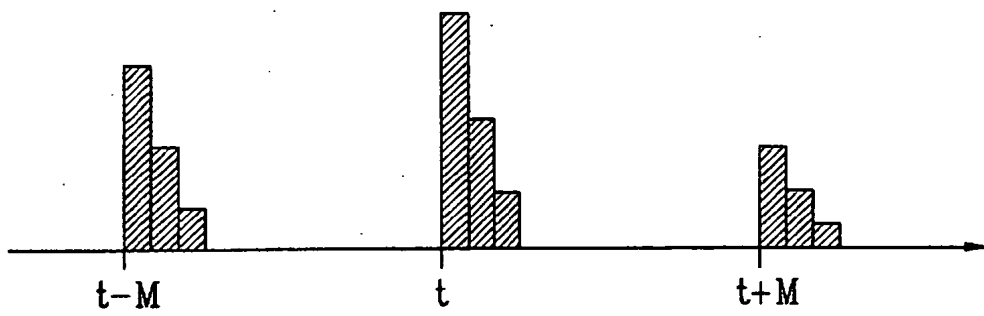


FIG. 5

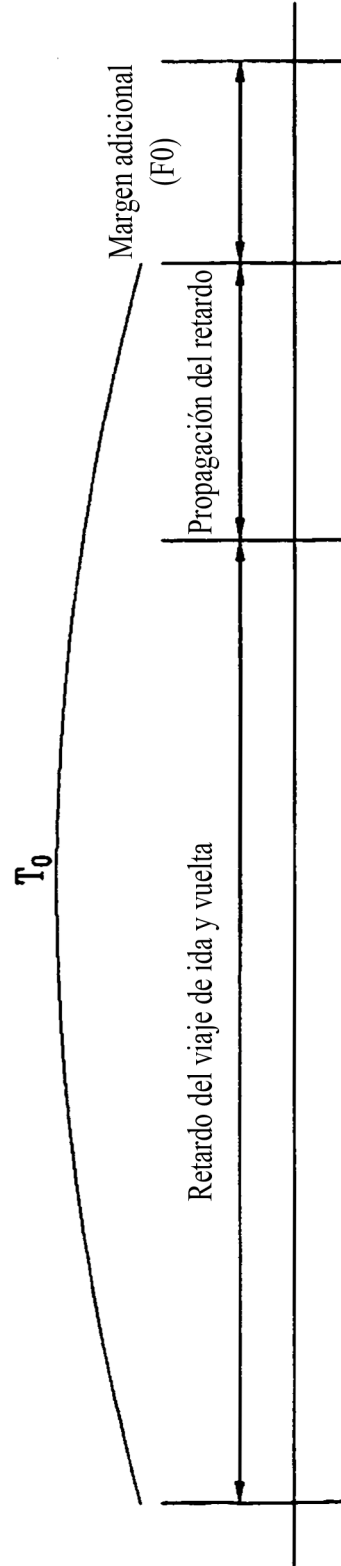


FIG. 6

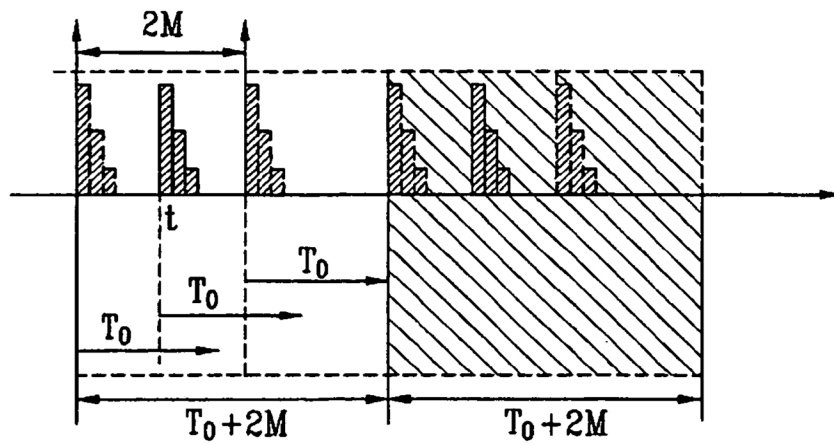
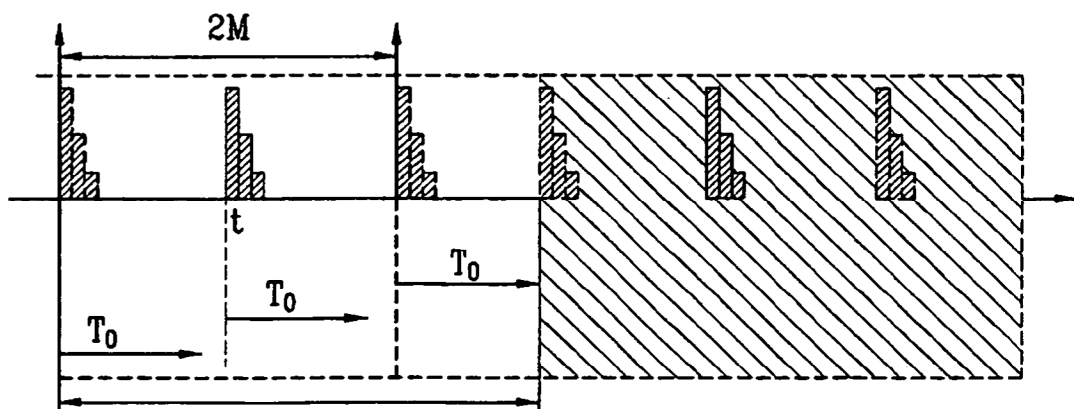


FIG. 7



Desplazamiento cíclico equivalente = $2M + T$ o $3M$
 [Mitigación de primer orden de F0]

FIG. 8

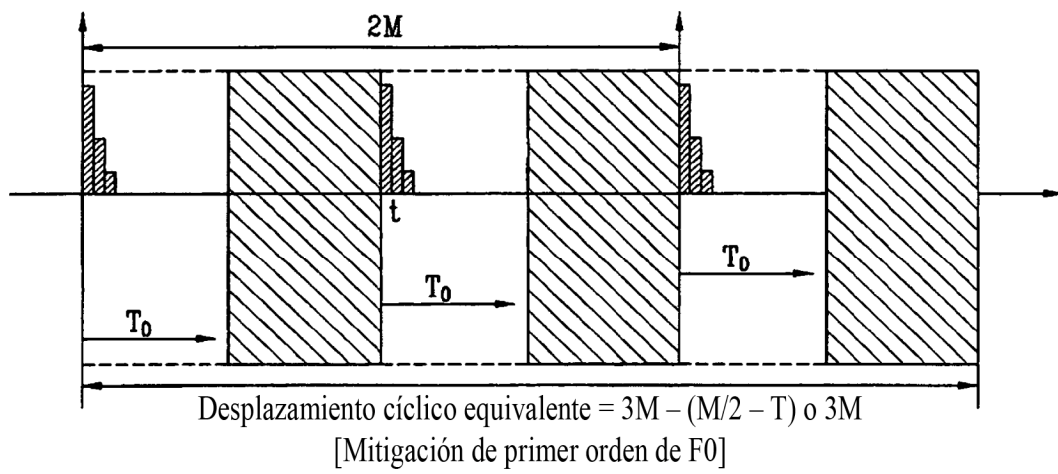


FIG. 10

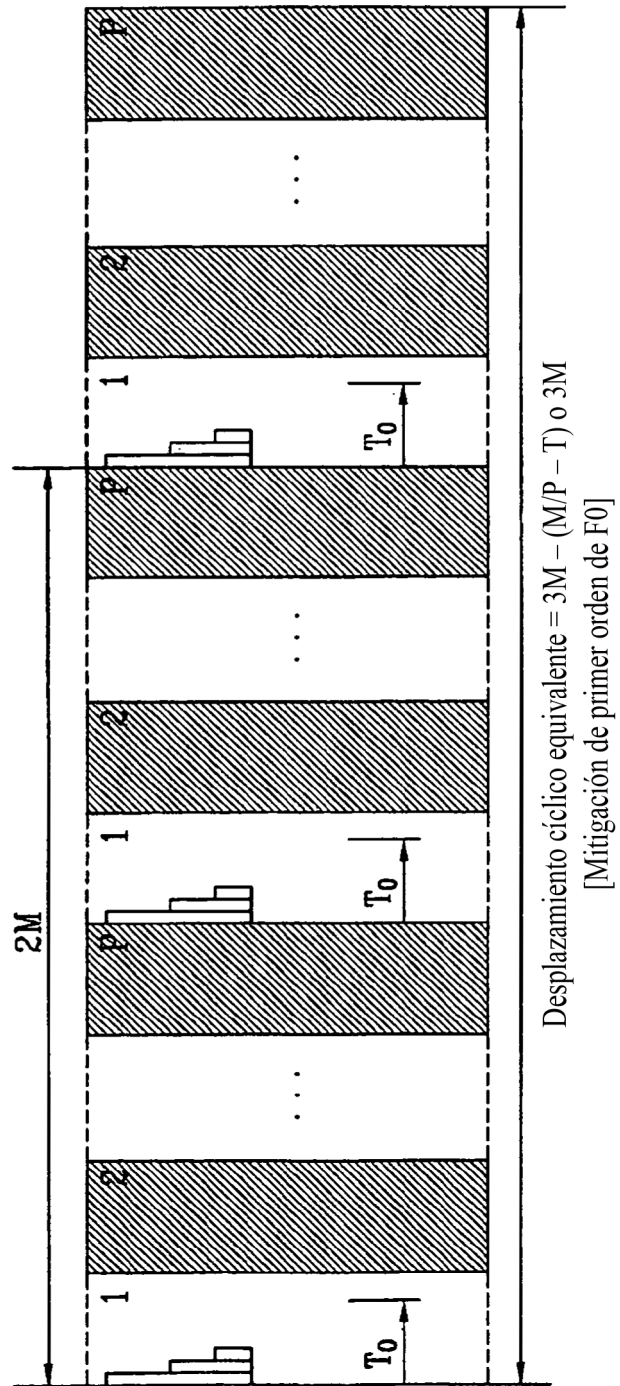


FIG. 11

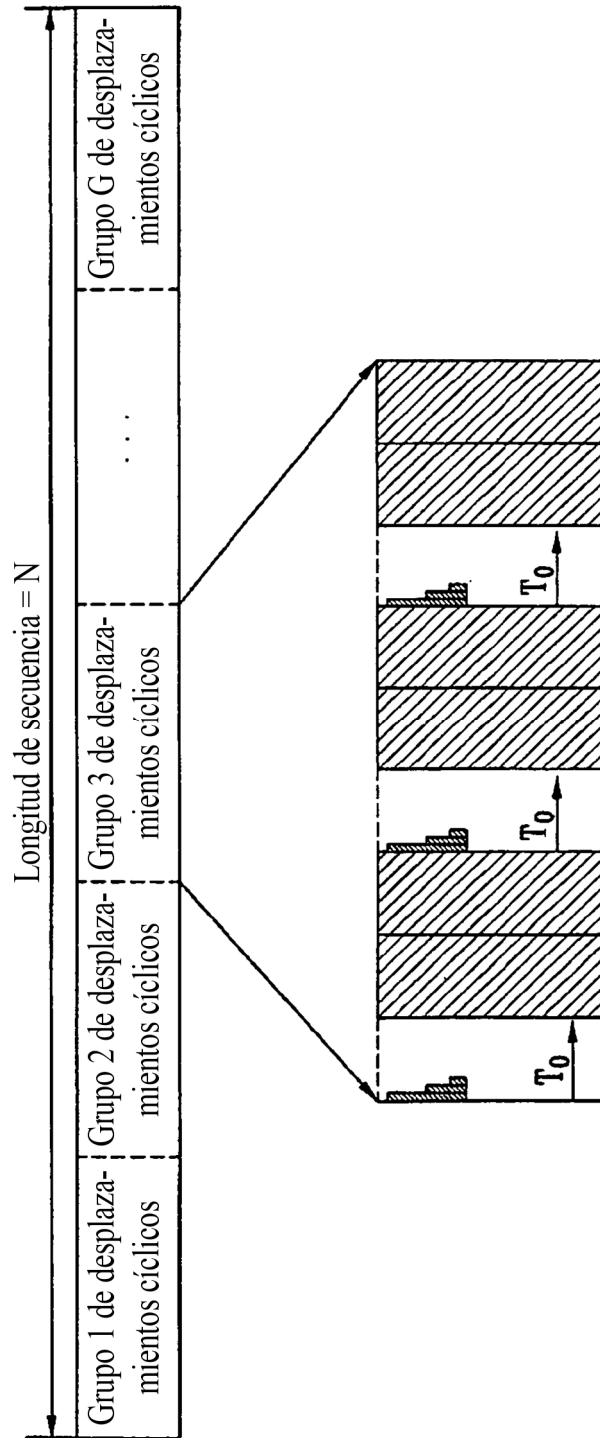


FIG. 12

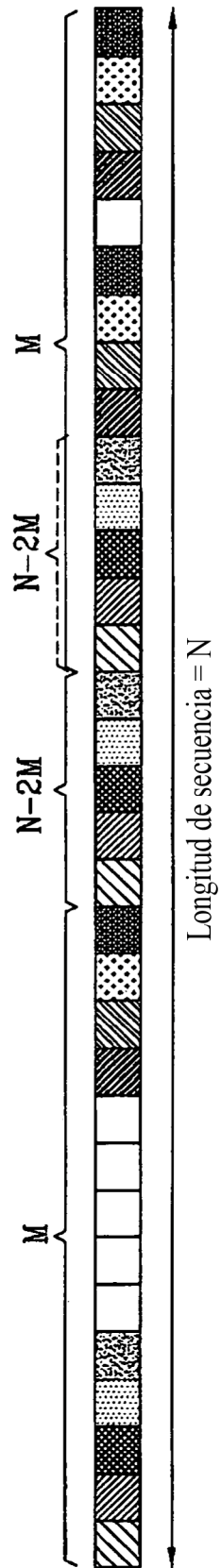


FIG. 13

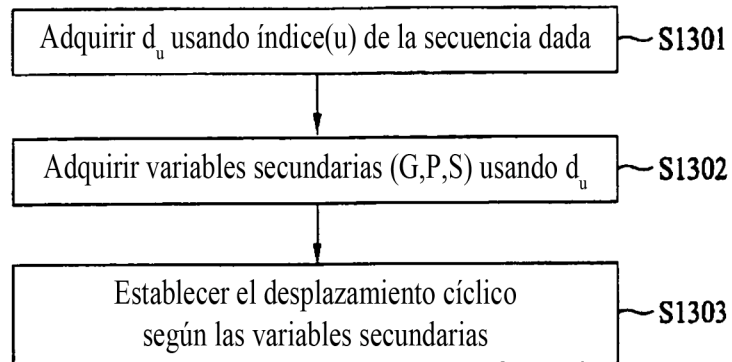


FIG. 14

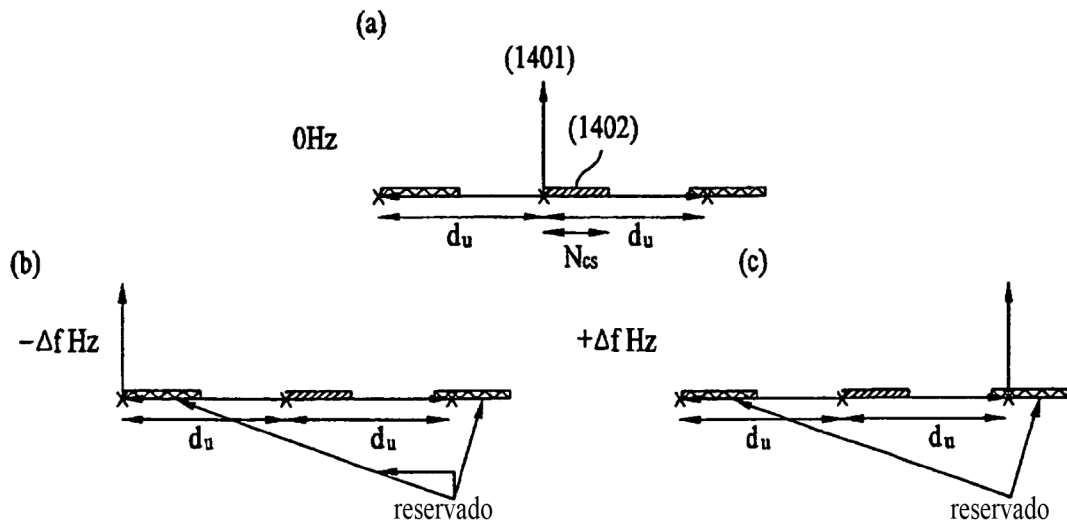


FIG. 15

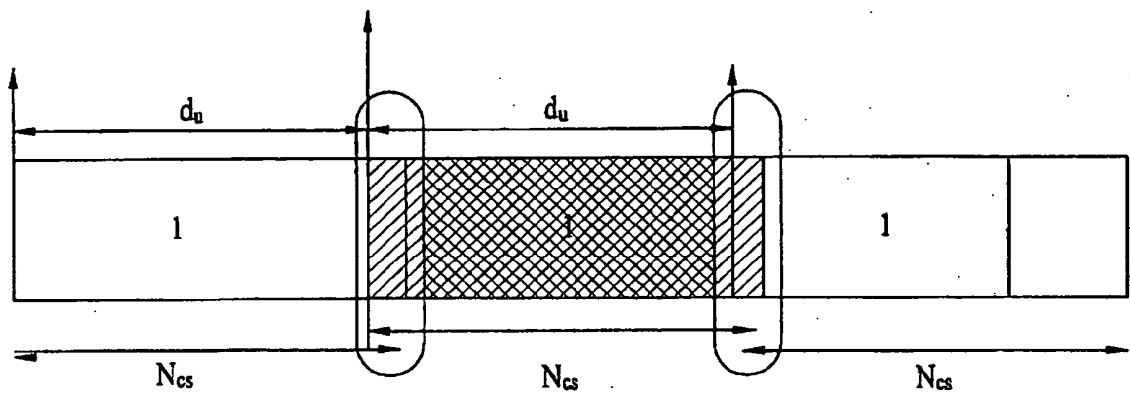


FIG. 16

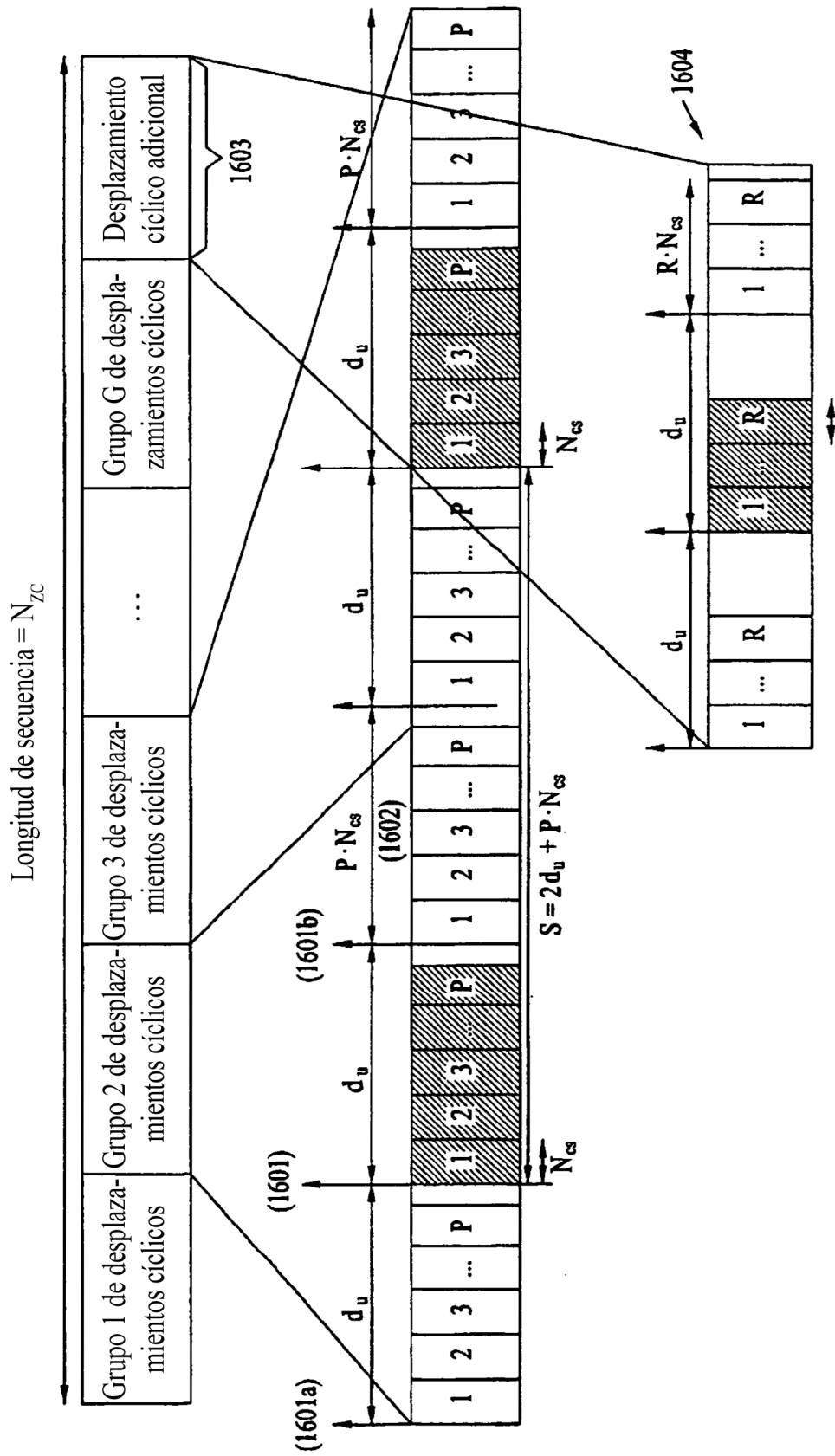


FIG. 17

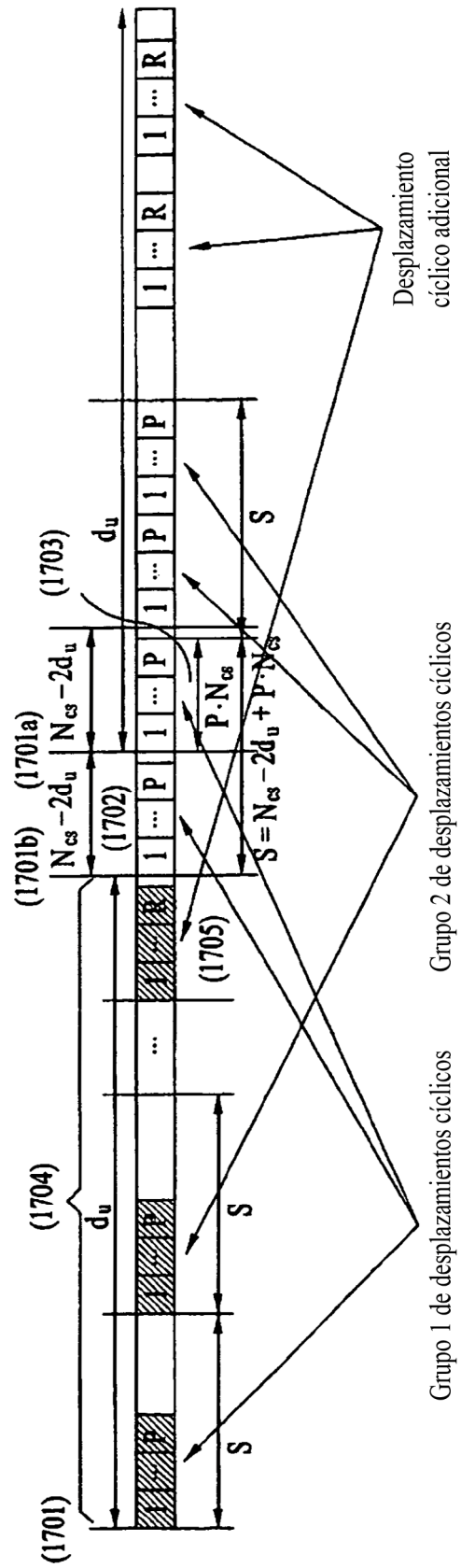


FIG. 18

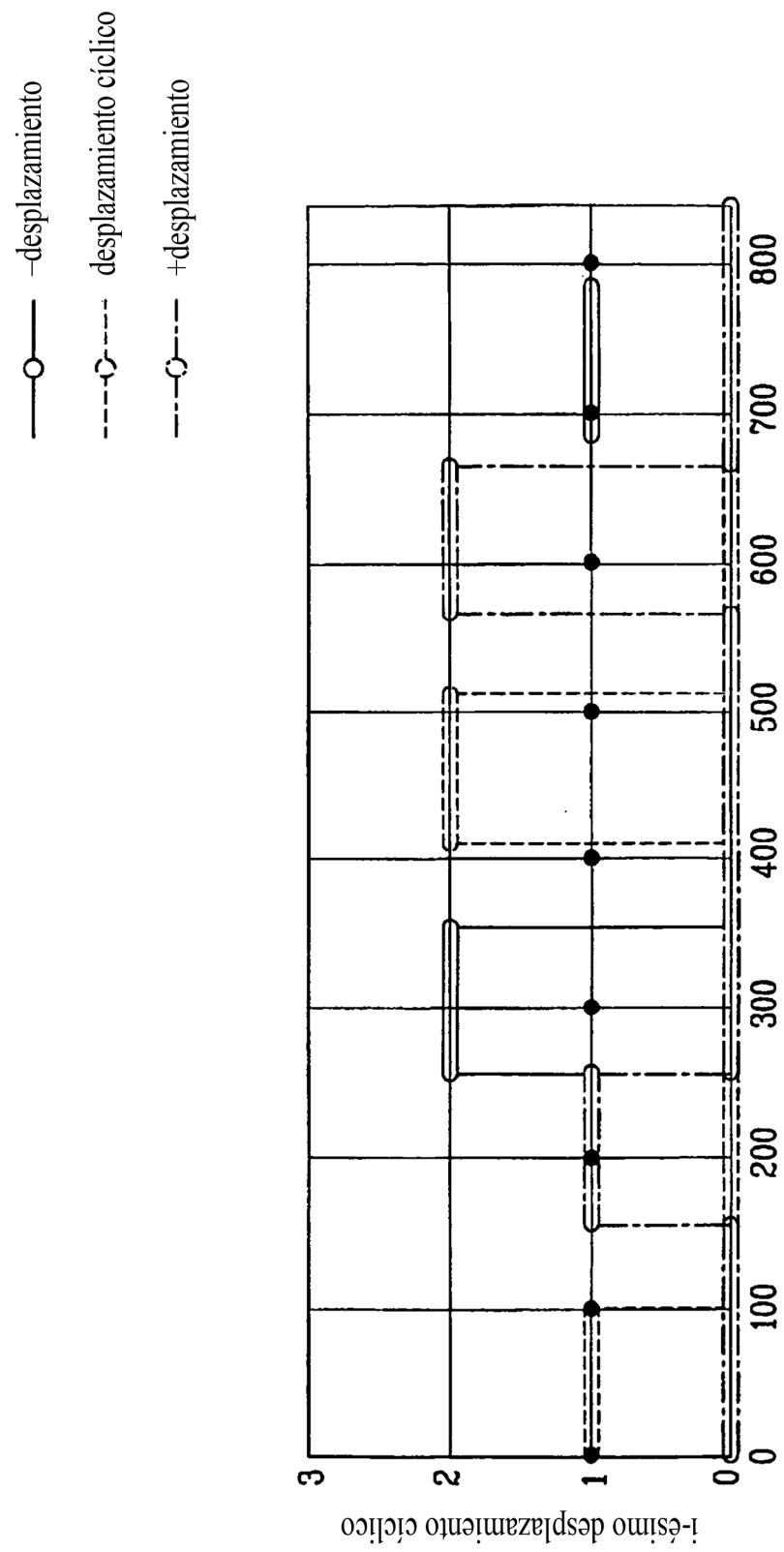


FIG. 19

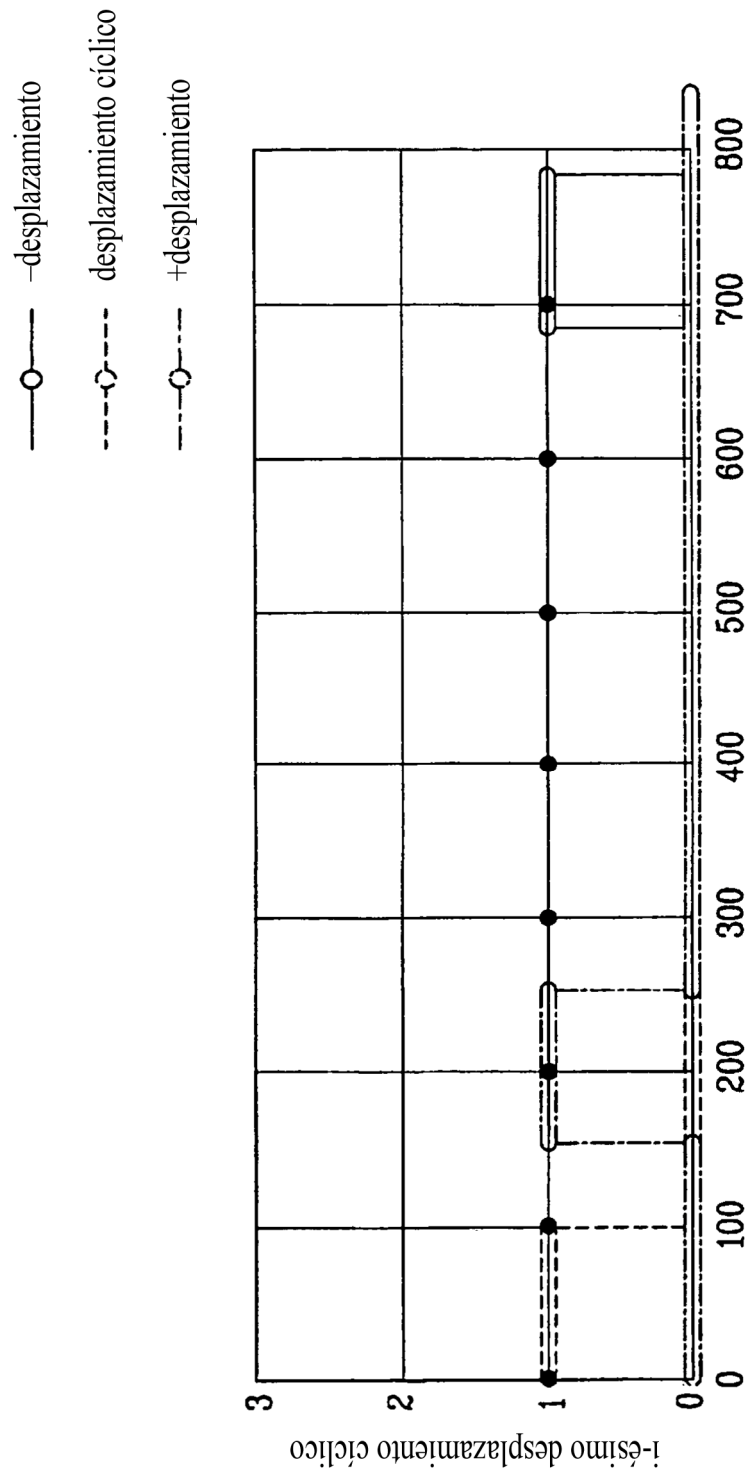


FIG. 20

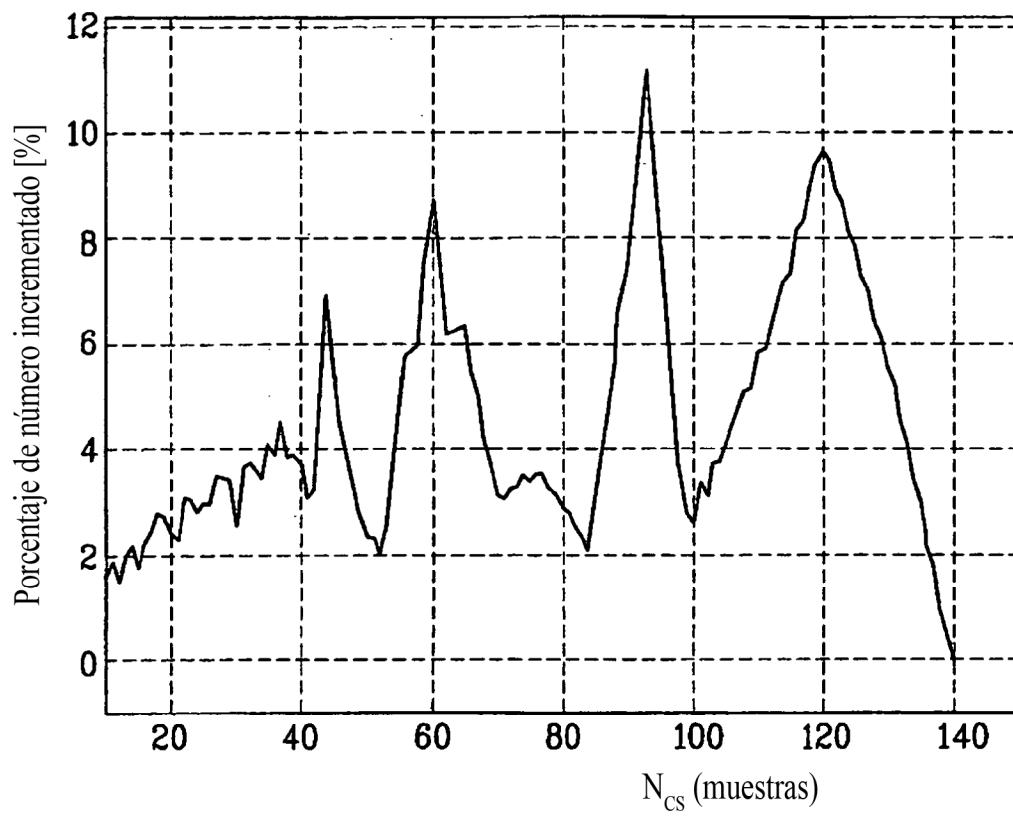


FIG. 21

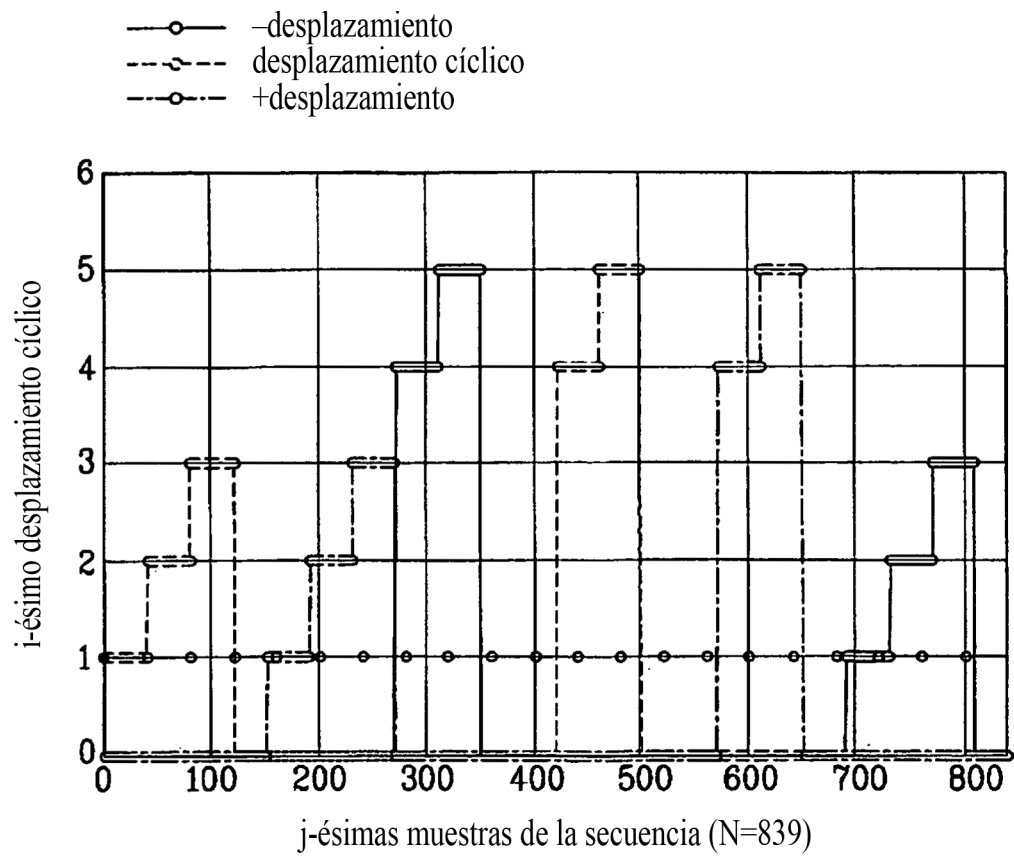


FIG. 22

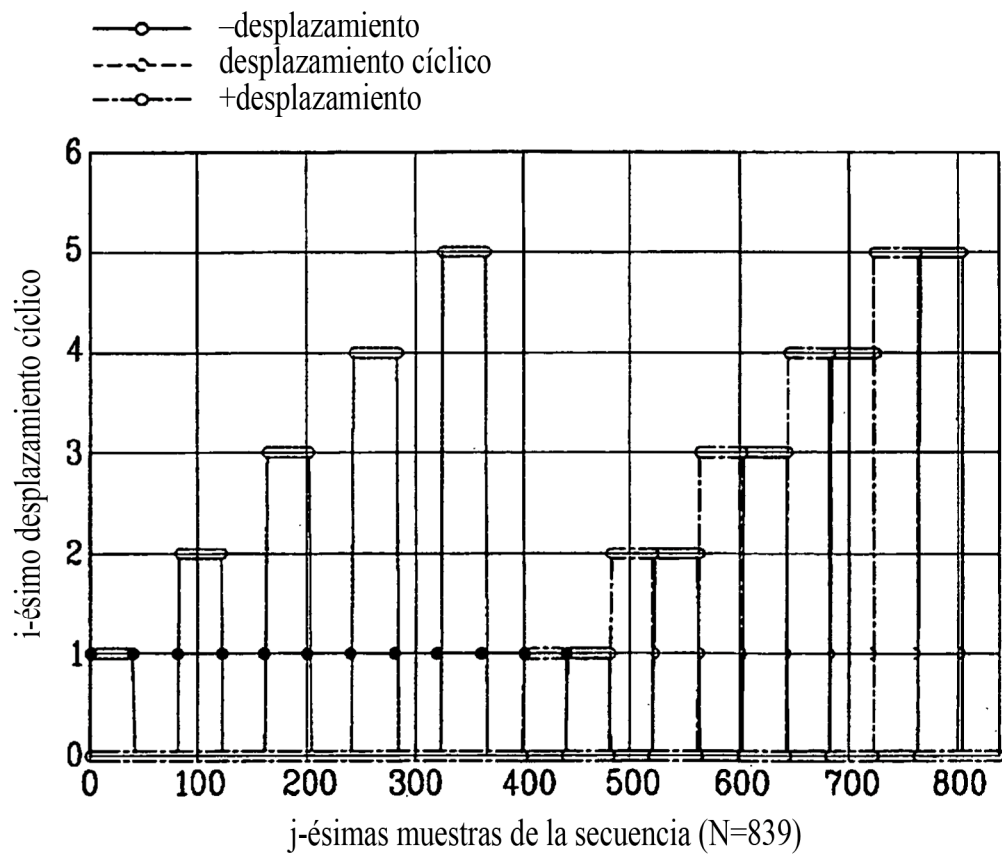


FIG. 23

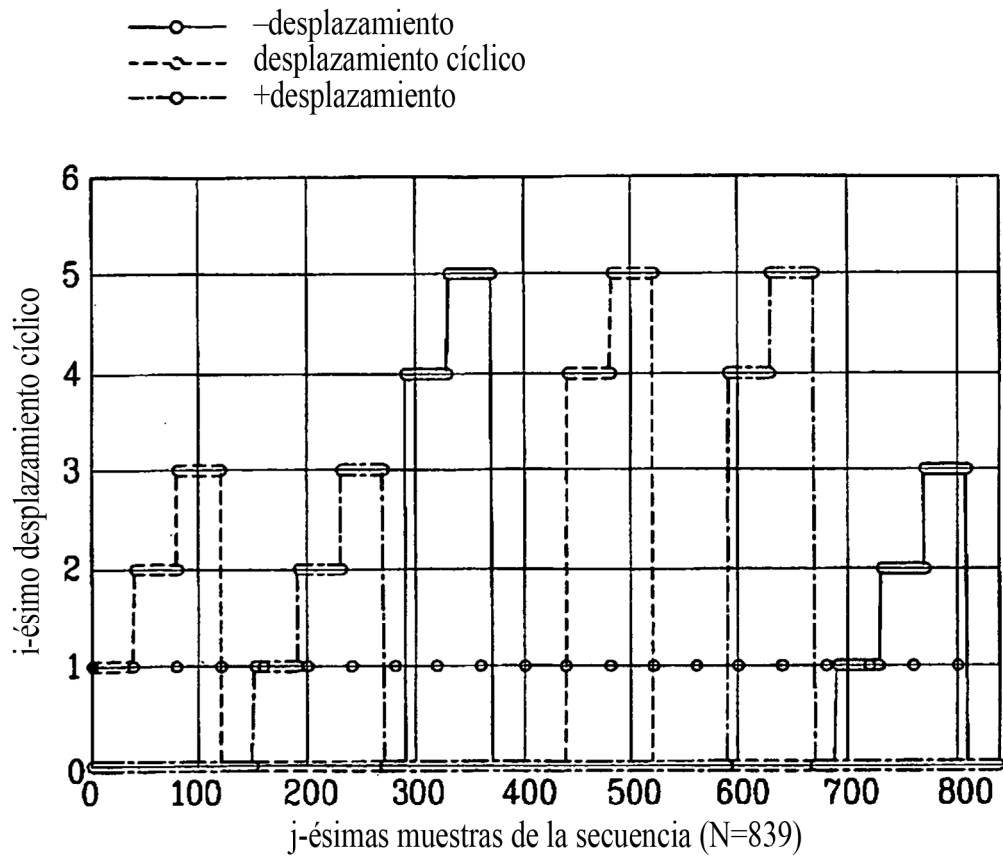


FIG. 24