

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 788**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 1/04 (2006.01)

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2008 E 08724318 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016 EP 2193618**

54 Título: **Aleatorización de interferencia de elementos de canal de control**

30 Prioridad:

25.09.2007 US 974949 P

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

08.03.2016

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**MOLNAR, KARL;
PARKVALL, STEFAN y
CHENG, JUNG-FU**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 562 788 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aleatorización de interferencia de elementos de canal de control

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un procedimiento y una disposición en un sistema de telecomunicación; en particular, se refiere a un procedimiento y una disposición para el entrelazado de grupos de símbolos en un sistema de telecomunicación. La presente invención también se refiere a un procedimiento para correlacionar grupos de
10 símbolos que van a entrelazarse en un sistema de telecomunicación.

ANTECEDENTES

La Evolución a Largo Plazo (LTE) del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) es el nombre dado a un proyecto en el 3GPP para mejorar la norma de telefonía móvil del UMTS para futuros requisitos. La Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencias (OFDM) es un esquema de modulación digital de múltiples portadoras que se usa en la LTE. La estructura de la señal de OFDM en la LTE contiene elementos de recursos separados en el tiempo, los denominados símbolos de OFDM, y en frecuencia, las denominadas subportadoras de OFDM. Estos elementos de recursos se agrupan en un conjunto de bloques de recursos que constituyen la señal de OFDM que va a transmitirse. Dentro de este conjunto de bloques de recursos, determinados elementos de recursos están designados para contener la información de señalización de canal de control, y las estaciones base dentro de cada célula deben transmitir estos elementos de recursos de canal de control a los diversos dispositivos móviles, es decir, terminales móviles, también denominados equipos de usuario (UE) en la LTE, contenidos dentro de esas células. Las transmisiones desde células diferentes se solapan potencialmente bien en el tiempo o bien en la
20 frecuencia y pueden interferir entre sí.

Adicionalmente, pueden usarse técnicas tales como el control de potencia para la señalización de canal de control. Esto afecta al nivel de interferencia que afecta a un dispositivo móvil y puede crear una distribución no uniforme de interferencia a dispositivos móviles diferentes. Si determinados elementos de canal de control desde una estación base se transmiten con alta potencia, podrían provocar perturbaciones en correspondientes elementos de canal de control transmitidos desde otra estación base. Una técnica para superar este escenario de interferencias no uniformes es el uso de la evitación de interferencias, en la que se coordinan las transmisiones entre estaciones base, también denominadas Nodos B o eNodos B en la LTE, de modo que se consiga un nivel reducido de interferencia en los dispositivos móviles.
30

Alternativamente, pueden usarse técnicas para hacer que la interferencia aparezca aleatoriamente, lo que da como resultado que ningún dispositivo móvil experimente el mismo patrón de interferencia repetidamente. En el sistema de LTE, se propone el uso de una técnica de aleatorización de interferencia para la señalización de canal de control.
35

En el enfoque sugerido los elementos de canal de control se entrelazan y correlacionan con los elementos de recursos de transmisión de LTE de modo que se produzca una aleatorización de interferencia entre canales de control de células diferentes. Un elemento de canal de control (CCE) es la información de canal de control (CCI) para uno o más dispositivos móviles. Un grupo de elementos de canal de control (grupo de CCE) se proporciona como una concatenación de elementos de canal de control, posiblemente con un nivel de potencia diferente establecido para cada CCE. El grupo de CCE se correlaciona entonces con un conjunto de elementos predefinidos de recursos de transmisión de canal de control y se transmite. Los enfoques propuestos actualmente deben tener un esquema de entrelazado común para grupos de CCE transmitidos desde células diferentes, seguido por un desplazamiento cíclico específico de la célula con el fin de reducir el número de símbolos de información transmitidos desde diferentes CCE que comparten elementos comunes de recursos de transmisión de OFDM, es decir, que crean interferencia entre los CCE. Esto se produce antes de la correlación con los elementos de recursos de transmisión. El parámetro de desplazamiento cíclico puede estar unido a la identidad (ID) de célula, por ejemplo, de modo que el dispositivo móvil pueda obtener fácilmente el parámetro de desplazamiento cíclico. Pueden usarse diferentes esquemas de entrelazado.
40
45
50

Considérese el esquema de entrelazado en una transmisión de LTE. Supongamos que el sistema tiene un ancho de banda de 5 MHz, de modo que están disponibles 24 bloques de recursos para su uso (obsérvese que un bloque de recursos consiste en 12 subportadoras de OFDM que abarcan la dimensión horizontal y 7 símbolos de OFDM que abarcan la dimensión vertical, tal como se ilustra mediante los bloques en las figuras 1, 2, 4 y 5. Supongamos que hay dos antenas de transmisión y de uno a tres símbolos de OFDM que se usan para el grupo de CCE. El entrelazado se realiza en grupos de cuatro losas de OFDM, es decir, entre cuatro elementos de recursos adyacentes o casi adyacentes en frecuencia, de modo que se permita una codificación por bloques en espacio y frecuencia. Cada grupo de cuatro elementos de recursos se denomina un grupo de símbolos. Los grupos de símbolos pueden diseñarse alternativamente para que consistan en más o menos elementos de recursos.
55
60

En una configuración en la que se usan los tres primeros símbolos de OFDM para señalización de canal de control, hay ocho grupos de símbolos por cada bloque de recursos individual y 192 grupos de símbolos en total entre los 24
65

bloques de recursos que cubren el ancho de banda de 5 MHz.

Como ejemplo, la Fig. 1 muestra los grupos de símbolos (8, 9 y 10) ubicados en un bloque de recursos 5 que consiste en 12 subportadoras. Sólo se muestran los tres primeros símbolos de OFDM 7, porque estos tres se usan potencialmente para señalización de canal de control. Grupos de cuatro losas de OFDM constituyen grupos de símbolos (8, 9 y 10), por ejemplo, las losas marcadas con 1 forman el primer grupo de símbolos. Las losas con rayas y cuadros 6 corresponden a losas de referencia usadas, por ejemplo, para estimación de canal y no están disponibles para transmisión de canal de datos o de control.

Se ha considerado un grupo de CCE que consiste en 72 grupos de símbolos para un ancho de banda de 5 MHz. Esto podría corresponder a usar todos los elementos de recursos en un símbolo de OFDM, siempre que no haya losas piloto ubicadas en ese símbolo. Esto corresponde a la Fig. 1. Se ha considerado el rendimiento de dos patrones de entrelazado de símbolos. Los patrones son un entrelazador de inversión de bits recortado. Se usa la misma estructura de entrelazador en todas las células y se realiza una aleatorización de interferencia a través de un desplazamiento cíclico específico de la célula del patrón entrelazado antes de la correlación con los elementos de recursos.

Dentro de un grupo de CCE, se concatenan y transmiten un cierto número de elementos de canal de control (CCE). En el ejemplo ilustrado en la Fig. 1, que consiste en 72 grupos de símbolos, hay 9 CCE, consistiendo cada uno en ocho grupos de símbolos.

La Fig. 2 muestra la concatenación de los grupos de símbolos 22 contenidos dentro del CCE1 20, hasta los grupos de símbolos 23 contenidos dentro de CCE9 24 en un grupo de elementos de canal de control 21. Los ocho grupos de símbolos 22 que constituyen el CCE1 20 se marcan con el valor 1, mientras que aquellos que constituyen el CCE 2 25 y el CCE9 24 se marcan con los valores 2 y 9, respectivamente. En una célula diferente, si el grupo de CCE que va a transmitirse tiene el mismo formato, entonces interfieren dos transmisiones cuando los grupos de símbolos de los dos CCE colisionan entre sí. Midiendo el número de colisiones, es posible determinar el rendimiento de la tasa de colisión de los diversos enfoques. Usando las operaciones de entrelazado y desplazamiento cíclico, se reduce potencialmente la magnitud de la interferencia (es decir el número de colisiones). Este proceso se muestra en la Fig. 3, en la que los grupos de elementos de canal de control 30 primero se agrupan entre sí en la etapa 31. Entonces se entrelazan los elementos de canal de control en la etapa 32. En la etapa 33 se aplica un desplazamiento cíclico específico de la célula a los grupos de elementos de canal de control entrelazados.

En la figura 10 se muestra el rendimiento para los dos patrones de entrelazado de los documentos R1-072225, "CCE to RE mapping" ["Correlación entre CCE y RE"], RAN1#49, Kobe, Japón, mayo de 2007 y R1-072904, "CCE to RE interleaver design criteria" ["Criterios de diseño de entrelazador de CCE a RE"], RAN1#49bis, Orlando, EE.UU., junio de 2007. El rendimiento se evalúa desplazando cíclicamente el grupo de CCE entrelazado y hallando a continuación el número de elementos de canal de control solapados con el mismo número de elemento de canal de control, y es el mismo enfoque usado para evaluar los resultados en el documento R1-072904, "CCE to RE interleaver design criteria", RAN1#49bis, Orlando, EE.UU., junio de 2007. A partir de la Fig. 10, el patrón del entrelazador de inversión de bits recortado (PBRI) tiene correlaciones de altos máximos cuando el CCE se desplaza en un múltiplo de nueve grupos de símbolos, máximos estos que el nuevo patrón en el documento R1-072904, "CCE to RE interleaver design criteria", RAN1#49bis, Orlando, EE.UU., junio de 2007, evita para desplazamientos diferentes de cero.

Considérese a continuación un patrón de entrelazado uniformemente aleatorio en lugar de cualquiera de los dos enfoques considerados en el documento R1-072904, "CCE to RE interleaver design criteria", RAN1#49bis, Orlando, EE.UU., junio de 2007. Esto implica una permutación aleatoria de grupos de símbolos antes del desplazamiento cíclico. Para hacerse una idea del rendimiento con este enfoque de permutación de símbolos realmente aleatoria, en la Fig. 11 se muestra la tasa de colisión media para 200 realizaciones aleatorias. Evidentemente, no todas las realizaciones aleatorias tendrán una diversidad de frecuencia adecuada, en comparación con los enfoques usados en el documento R1-072904, "CCE to RE interleaver design criteria", RAN1#49bis, Orlando, EE.UU., junio de 2007. Si bien una aleatorización de los grupos de CCE interferentes reduce la interferencia de manera consistente, una permutación de símbolos realmente aleatoria no es práctica debido a los aspectos de señalización requeridos entre la estación base y el dispositivo móvil para un esquema de este tipo.

La dificultad en el uso de los enfoques considerados en el documento R1-072904, "CCE to RE interleaver design criteria", RAN1#49bis, Orlando, EE.UU., junio de 2007, es que se definen para un número específico de grupos de símbolos correlacionados con el tamaño del CCE y / o el tamaño del grupo de CCE. Cuando también se tiene en cuenta la diversidad de frecuencia, estos enfoques también se definen para anchos de banda de frecuencia específicos. Cuando cambian estos parámetros, los patrones de entrelazado o bien ya no son válidos o bien pueden no satisfacer los requisitos de diseño, es decir, no son flexibles ante cambios de tamaño del CCE o de tamaño del grupo de CCE, o ante asignaciones de anchos de banda o símbolos de OFDM en los recursos de transmisión de canal de control. Por consiguiente, se prefiere un enfoque más flexible cuyo rendimiento se aproxime al rendimiento del esquema de realización aleatoria mostrado previamente.

Ambos documentos del 3GPP R1-073483 "Interleaver Design for CCE-to-RE mapping" ["Diseño de entrelazador

para correlación entre CCE y RE"] y R1-072884 "Cell-specific Interleaving for CCE-to-RE mapping" ["Entrelazado específico de la célula para correlación entre CCE y RE"] de LG Electronics divulgan propuestas adicionales para un diseño de entrelazador que realiza el entrelazado específico de la célula para correlación de CCE con RE, que incluye un desplazamiento cíclico, específico de la célula, del resultado entrelazado para conseguir el entrelazado específico de la célula. Sin embargo, ninguna de estas propuestas pudo conseguir una aleatorización de interferencia consistente y buena en escenarios en los que los parámetros de canal de control varían en el tiempo y / o entre células diferentes.

SUMARIO

La presente invención pretende proporcionar una solución que atenúe al menos uno de los problemas indicados anteriormente.

La presente invención pretende proporcionar un enfoque común para la permutación de grupos de símbolos, es decir, el entrelazado de grupos de símbolos, que consiga al menos uno de los siguientes objetivos:

- proporcionar un patrón diferente de entrelazado de grupos de símbolos para su uso en células diferentes;
- flexibilidad en cuanto a poder manejar un ancho de banda de frecuencia diferente en los recursos de transmisión de canal de control, un número diferente de símbolos de OFDM en los recursos de transmisión de canal de control y un número diferente de grupos de símbolos en el flujo de información;
- proporcionar un rendimiento de aleatorización de interferencia comparable al del entrelazador aleatorio expuesto anteriormente, en promedio;
- proporcionar diversidad de frecuencia así como aleatorización de interferencia.

Una solución según la presente invención para conseguir los objetivos anteriores es usar un entrelazador flexible de grupos de símbolos que pueda manejar parámetros de canal de control que pueden no ser fijos en el tiempo o en el sistema celular. Estos parámetros incluyen: el número de subportadoras de OFDM en los recursos de transmisión de canal de control; el número de símbolos de OFDM en los recursos de transmisión de canal de control; el número de grupos de símbolos en la señal de canal de control; y el número de grupos de símbolos disponibles en los recursos de transmisión de canal de control para colocar los grupos de símbolos de canal de control. Combinado con un desplazamiento cíclico específico de la célula, esto permite la aleatorización de interferencia. Además, reagrupando grupos de símbolos por orden de bloques de recursos en los recursos de transmisión de canal de control y diseñando el patrón de permutación de grupos de símbolos teniendo en cuenta el tamaño de los bloques de recursos, puede proporcionarse diversidad de frecuencia. Un aspecto adicional de este enfoque es que puede reducirse adicionalmente la interferencia ubicando ventajosamente los grupos de símbolos de canal de control dentro de los símbolos de OFDM disponibles en los recursos de transmisión de canal de control, en caso de que haya un mayor número de grupos de símbolos potenciales disponibles en los recursos de transmisión de canal de control que los necesarios dentro del flujo de información de canal de control.

Al menos uno de los objetivos anteriores se consigue con un procedimiento o disposición según las reivindicaciones independientes adjuntas. A partir de las reivindicaciones dependientes resultan evidentes objetivos y ventajas adicionales.

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para la aleatorización de interferencia experimentada por un canal de control compartido transmitido usando recursos de transmisión de canal de control procedentes de una estación base. El canal de control compartido comprende los elementos de canal de control CCE1 a CCE_n y el procedimiento comprende las etapas siguientes. Agrupar los elementos de canal de control CCE1 a CCE_n en un primer orden de grupos de símbolos de canal de control, en el que los grupos de símbolos de canal de control se enumeran secuencialmente dentro de un bloque de recursos de dichos recursos de transmisión de canal de control, y a continuación determinar un número de posiciones de grupos de símbolos disponibles de los recursos de transmisión de canal de control. Añadir grupos de símbolos que comprenden valores "ficticios" o ceros al primer orden de grupos de símbolos de canal de control, de modo que el primer orden de grupos de símbolos sea esencialmente igual al número de posiciones de grupos de símbolos disponibles. Entrelazar el primer orden de los grupos de símbolos de canal de control, dando como resultado un segundo orden para los grupos de símbolos de canal de control. Desplazar cíclicamente el segundo orden y correlacionar el segundo orden desplazado cíclicamente de grupos de símbolos de canal de control a las posiciones de grupos de símbolos de transmisión de canal de control.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a una estación base de radio configurada para la aleatorización de interferencia experimentada por un canal de control compartido, en el que el canal de control compartido se transmite usando recursos de transmisión de canal de control procedentes de la estación base. El canal de control compartido comprende los elementos de canal de control CCE1 a CCE_n y la estación base comprende medios para agrupar los elementos de canal de control CCE1 a CCE_n en un primer orden de grupos de

5 símbolos de canal de control, en el que los grupos de símbolos de canal de control se enumeran secuencialmente dentro de un bloque de recursos de dichos recursos de transmisión de canal de control. También se proporcionan medios para determinar un número de posiciones de grupos de símbolos disponibles de los recursos de transmisión de canal de control. También están presentes medios adicionales para añadir grupos de símbolos que comprenden valores "ficticios" o ceros al primer orden de grupos de símbolos de canal de control, de modo que el primer orden de grupos de símbolos sea esencialmente igual al número de posiciones de grupos de símbolos disponibles. Otros medios más entrelazan el primer orden de los grupos de símbolos de canal de control, dando como resultado un segundo orden para los grupos de símbolos de canal de control. La estación base de radio también tiene medios para desplazar cíclicamente el segundo orden y medios para correlacionar el segundo orden desplazado cíclicamente de grupos de símbolos de canal de control a las posiciones de grupos de símbolos de transmisión de canal de control.

15 Los aspectos y realizaciones descritos de la invención proporcionan la ventaja de que re-numeran los grupos de símbolos de modo que la diversidad de frecuencia pueda tenerse en cuenta fácilmente en el diseño del entrelazador.

Otra ventaja es que se usan todos los grupos de símbolos disponibles, no sólo aquellos contenidos en la información de canal de control.

20 Otra ventaja más es el rendimiento mejorado debido a una mejor correlación o colocación de los grupos de símbolos usados a partir de un subconjunto mayor de grupos de símbolos.

Una ventaja adicional es la flexibilidad con respecto al ancho de banda de frecuencia, el número de símbolos de OFDM y el número de grupos de símbolos de información usados para la señalización de canal de control.

25 A continuación se describirán realizaciones preferidas de la invención con referencia a los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 La Fig. 1 ilustra esquemáticamente grupos de símbolos definidos sobre un símbolo de OFDM según la técnica anterior.

La Fig. 2 ilustra a su vez esquemáticamente un grupo de elementos de canal de control que usa 72 grupos de símbolos según la técnica anterior.

35 La Fig. 3 ilustra un ejemplo de entrelazado de grupos de CCE de la técnica anterior con desplazamiento cíclico.

La Fig. 4 ilustra grupos de símbolos definidos sobre dos símbolos de OFDM.

40 La Fig. 5 ilustra grupos de símbolos definidos sobre tres símbolos de OFDM.

La Fig. 6 muestra una primera realización de la invención.

La Fig. 7 ilustra una segunda realización de la invención que usa un entrelazador de grupos de símbolos de QPP.

45 La Fig. 8 ilustra una segunda realización preferida de la invención con entrelazador específico de célula.

La Fig. 9 ilustra un ejemplo de muestreo cíclico para 72 grupos de símbolos.

50 La Fig. 10 muestra una tasa de colisión de grupos de símbolos para enfoques de entrelazado según la técnica anterior en el documento R1-072904, "CCE to RE interleaver design criteria," Huawei, RAN1#49bis, Orlando, EE.UU., junio de 2007.

La Fig. 11 ilustra una tasa de colisión media de grupos de símbolos para entrelazadores aleatorios.

55 La Fig. 12 ilustra una tasa de colisión para la realización 1 de la presente invención usando el entrelazador de QPP.

La Fig. 13 muestra una tasa de colisión media para la realización 2 de la invención entre diferentes entrelazadores de número primo.

60 La Fig. 14 ilustra grupos de símbolos definidos sobre tres símbolos de OFDM y ordenados por símbolo de OFDM dentro de un bloque de recursos.

La Fig. 15 ilustra esquemáticamente una estación base según una realización de la invención.

65 DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación se describirán diversas realizaciones de la invención. El enfoque descrito a continuación pretende obtener flexibilidad con un rendimiento que se aproxime al del enfoque de entrelazado aleatorio descrito anteriormente. Considérese el ejemplo de 72 grupos de símbolos expuesto anteriormente, en el que se pretende que el desplazamiento cíclico específico de la célula aleatorice la interferencia entre células. Sin embargo, cuando se cambian los tamaños de CCE o de grupos de CCE, o las asignaciones de ancho de banda o de símbolos de OFDM en los recursos de transmisión de canal de control, resulta difícil diseñar un patrón de entrelazado para manejar esta variabilidad. Considérese el caso de tener 72 grupos de símbolos dentro de un CCE transmitido dentro de un ancho de banda de 5 MHz. Sólo hay 48 subportadoras disponibles en el primer símbolo OFDM; por tanto, deben usarse o bien dos o bien tres símbolos de OFDM para transmitir todo el CCE. La Fig. 4 muestra la estructura de dos símbolos con el bloque de recursos 40, mientras que la Fig. 5 muestra la estructura de tres símbolos de los recursos de transmisión de canal de control con el bloque de recursos 50. Un aspecto nuevo según la presente invención mostrada en las Figs. 4 y 5 es que los grupos de símbolos se numeran secuencialmente dentro de un bloque de recursos 40 (Fig. 4) y 50 (Fig. 5), en lugar de entre subportadoras de OFDM. Cuando se combina con entrelazado de grupos de símbolos, ahora puede usarse la distancia numérica entre grupos de símbolos como una medida de diversidad de frecuencia. Por ejemplo, usando los dos símbolos de OFDM como en la Fig. 4, cuando la distancia entre dos grupos de símbolos es mayor que 5, entonces estos dos grupos de símbolos residen en diferentes bloques de recursos. Una distancia de 8 grupos de símbolos implicaría lo mismo para la configuración de canal de control mostrada en la Fig. 5.

Deberá quedar claro para los expertos en la técnica que la metodología de numeración revelada en el presente documento es para garantizar que la numeración proporcione una buena representación de separación de frecuencia. Por tanto, los procedimientos de numeración según la presente invención no están limitados a los mostrados en la Fig. 4 y la Fig. 5. La numeración secuencial puede ser la correlación secuencial sobre símbolos de OFDM dentro de las posiciones de grupos de símbolos, seguida por una correlación secuencial sobre frecuencias dentro de dichas posiciones de grupos de símbolos, como se muestra en la Fig. 14. En la Fig. 14 el número de referencia 140 indica un bloque de recursos. Por tanto, una distancia de 8 grupos de símbolos da como resultado que los grupos de símbolos residen en bloques de recursos diferentes.

Un segundo aspecto divulgado por esta invención es que si bien hay 72 grupos de símbolos contenidos dentro de la información de canal de control, hay 120 posiciones de grupos de símbolos disponibles en los recursos de transmisión de canal de control dentro de los dos primeros símbolos de OFDM, donde puede insertarse el CCE (192 en los tres primeros símbolos de OFDM). Esto puede usarse ventajosamente para aleatorizar adicionalmente la interferencia y da como resultado incluso menos interferencia entre canales de control de células diferentes.

Sin embargo, obsérvese que no todas las posiciones de grupos de símbolos pueden estar disponibles para una aleatorización potencial. De hecho, algunas de las posiciones de grupos de símbolos pueden estar fijadas para otros campos, tales como las partes del Canal Físico Indicador de ARQ Híbrida (PHICH) y del Canal Físico Indicador de Formato de Control (PCFICH) del canal de control. Esto implica que estarán disponibles menos de 120 grupos de símbolos cuando se usen dos símbolos de OFDM (o 192 cuando se usen tres símbolos de OFDM). Por ejemplo, si 4 grupos de símbolos están dedicados al campo de PCFICH y 3 grupos de símbolos están dedicados al campo de PHICH, entonces hay 113 grupos de símbolos disponibles para aleatorización de interferencia. Esto demuestra por qué es importante la flexibilidad a la hora de diseñar el diseño del entrelazador.

A continuación, considérese el CCE de 72 grupos de símbolos que va a transmitirse en los 113 posibles grupos de símbolos disponibles sobre los recursos de transmisión de canal de control de ancho de banda de 5 MHz en los dos primeros símbolos de OFDM. Puede usarse un enfoque similar de entrelazado, más desplazamiento cíclico, para la aleatorización de interferencia. Sin embargo, ordenemos ahora los grupos de símbolos en la información de canal de control de 1 a 113 usando el orden de bloques de recursos descrito en esta sección, donde los últimos 41 grupos de símbolos consisten en "valores ficticios" o ceros, es decir, grupos que no se transmiten tras la permutación de símbolos y el desplazamiento cíclico. Esto no sólo aleatoriza las posiciones de los grupos de símbolos resultantes, sino que también evita la interferencia de algunos grupos de símbolos en los recursos de transmisión de canal de control de otras células que no ocupan los mismos elementos de recursos de transmisión de canal. Un aspecto de este enfoque es que los diseños de entrelazador considerados previamente ya no son aplicables en este nuevo formato, puesto que el entrelazador (es decir, la permutación de grupos de símbolos) debe funcionar con una longitud de 113 en este ejemplo, y este número puede cambiar según el número de símbolos de OFDM usados para la señalización de canal de control o el número de grupos de símbolos de PHICH y PCFICH que va a transmitirse. A continuación consideramos dos realizaciones de la presente invención que incorporan los dos aspectos anteriores junto con diseños de entrelazador flexibles que aleatorizan la interferencia.

Una primera realización se muestra en la Fig. 6, mediante el diagrama de flujo ilustrado. En el procedimiento, los elementos de canal de control CCE1 a CCEn están agrupados en un primer orden de grupos de símbolos de canal de control en la etapa 601. En la siguiente etapa 602 se determinan un cierto número de posiciones de grupos de símbolos disponibles de recursos de transmisión de canal de control. El número de posiciones de grupos de símbolos disponibles en la etapa 602 puede basarse, por ejemplo, en un número de símbolos de OFDM y subportadoras de OFDM usados para los recursos de transmisión de canal de control. Basándose en el número de grupos de símbolos que están disponibles en los recursos de transmisión de canal de control, se añaden grupos de

símbolos que comprenden valores “ficticios” o ceros en la etapa 603, al primer orden de grupos de símbolos de canal de control, de modo que el primer orden de grupos de símbolos sea esencialmente igual al número de posiciones de grupos de símbolos disponibles en los recursos de transmisión de canal de control. A continuación se entrelaza el primer orden de los grupos de símbolos de canal de control en la etapa 604, dando como resultado un segundo orden para los grupos de símbolos de canal de control. A continuación sigue un desplazamiento cíclico del segundo orden en la etapa 605, antes de que el segundo orden desplazado cíclicamente de grupos de símbolos de canal de control se correlacione con las posiciones de grupos de símbolos de transmisión de canal de control en la etapa 606. El desplazamiento cíclico específico de la célula en la etapa 605 puede determinarse, por ejemplo, basándose en la Identidad de célula. La correlación de grupos de símbolos de canal de control en la etapa 606 puede realizarse en primer lugar secuencialmente sobre frecuencias dentro de las posiciones de grupos de símbolos, seguida por una correlación secuencial sobre símbolos de OFDM dentro de las posiciones de grupos de símbolos, o al revés, lo que significa que la correlación en la etapa 606 se realiza en primer lugar secuencialmente sobre símbolos de OFDM dentro de las posiciones de grupos de símbolos, seguida por una correlación secuencial sobre frecuencias dentro de las posiciones de grupos de símbolos.

Alternativamente, la correlación en la etapa 606 puede realizarse secuencialmente con respecto a grupos de símbolos dentro de bloques de recursos de dichos recursos de transmisión de canal de control. Entonces en primer lugar puede realizarse la correlación secuencialmente sobre frecuencias dentro del bloque de recursos, seguida por una correlación secuencial sobre símbolos de OFDM dentro del bloque de recursos, o al revés, lo que significa que la correlación en la etapa 606 se realiza en primer lugar secuencialmente sobre símbolos de OFDM dentro del bloque de recursos, seguida por una correlación secuencial sobre frecuencias dentro de dicho bloque de recursos.

Para conseguir flexibilidad, puede usarse el diseño de entrelazador basado en Polinomios de Permutación Cuadrática (QPP) para el entrelazado en la etapa 604, puesto que puede manejar una longitud variable de grupos de símbolos. Los entrelazadores basados en los polinomios de permutación cuadrática se propusieron y diseñaron para su uso en un turbo-código, en el documento de J. Sun y O. Y. Takeshita, “Interleavers for turbo codes using permutation polynomials over integer rings” [“Entrelazadores para turbo-códigos usando polinomios de permutación sobre anillos enteros”], Transacciones de Teoría de la Información del IEEE, vol. 51, nº 1, págs. 101 a 119, enero de 2005. Por ejemplo, hay una tabla de los 188 diferentes conjuntos de parámetros de entrelazador de QPP, definidos para el Programa de Asociación de 3G de turbo-código de la LTE en las especificaciones técnicas 36.212 v8, “Multiplexing and Channel Coding (Release 8)” [“Multiplexado y codificación de canal (Versión 8)”], 2007.

Cada entrelazador de QPP está definido por tres parámetros: longitud K y los coeficientes polinómicos f_1 y f_2 . La relación entre el índice de salida i y el índice de entrada $\Pi(i)$ satisface la siguiente forma cuadrática:

$$\pi(i) = (f_1 \times i + f_2 \times i^2) \bmod K$$

Por ejemplo, las direcciones de entrelazado o los valores de dirección para $K=40$ (y $f_1=3, f_2=10$) son

0	13	6	19	12	25	18	31	24	37	30	3	36	9	2
15	8	21	14	27	20	33	26	39	32	5	38	11	4	17
10	23	16	29	22	35	28	1	34	7					

Según otra realización de la invención, la etapa 604 de entrelazado, en el procedimiento según la Fig. 6, puede comprender además las etapas tal como se ilustra en la Fig. 7.

Supongamos que N_{SG} representa el número de posiciones de grupos de símbolos disponibles en los recursos de transmisión de canal de control, determinado en la etapa 602 de la Fig. 6. Hallar en la etapa 701 (Fig. 7) el valor mínimo del parámetro K en una tabla de consulta predefinida, por ejemplo, en la Tabla 1, de modo que $K \geq N_{SG}$ y seleccionar en la etapa 702 un conjunto adicional de parámetros (f_1, f_2, i) basándose en el valor K en la tabla de consulta. Calcular en la etapa 703 las direcciones de entrelazado del entrelazador de QPP seleccionado. Si $K > N_{SG}$, se truncan las direcciones fuera de los límites (es decir, las que son superiores a $N_{SG}-1$).

Por ejemplo, si $N_{SG}=35$, entonces se seleccionará el QPP con $K=40$ (y $f_1=3, f_2=10$). Tras el truncamiento, las direcciones de entrelazado para el grupo de CCE rellenado son

0	13	6	19	12	25	18	31	24	30	3	9	2	15
8	21	14	27	20	33	26	32	5	11	4	17	10	23
16	29	22	28	1	34	7							

Según otra realización de la presente invención, puede usarse aun otro enfoque de entrelazado en la etapa 604.

5 Este enfoque diferente se muestra en la Fig. 8. En lugar de usar el mismo entrelazador, es decir, la permutación de grupos de símbolos, en cada célula, se usa un entrelazador específico de la célula en la etapa 805. Obsérvese que en el procedimiento según la Fig. 7 se usaría un entrelazador diferente cuando hay un número diferente de grupos de símbolos disponibles presentes en los recursos de transmisión de canal de control en cada célula. Sin embargo, en el caso en que el número de grupos de símbolos disponibles en los recursos de transmisión de canal de control es el mismo en cada célula, el procedimiento en la Fig. 8 usa explícitamente un diseño de entrelazador diferente en la etapa 805 para aleatorizar adicionalmente la interferencia. En el enfoque según la Fig. 8, el diseño de entrelazador en la etapa 805 es un entrelazador lineal que usa un número primo específico P . El valor de P es específico de la célula y, por ejemplo, puede elegirse basándose en una tabla de consulta de números primos 803, en base a la identidad de célula. El procedimiento según la Fig. 8 se describe en más detalle a continuación.

15 Considérese un patrón de permutación para los números en orden natural 1 a 72, que representa los 72 grupos de símbolos en la señal de canal de control. En la etapa 805, sea la permutación un muestreo cíclico de estos números en un número primo P que no es un factor de 72. Por ejemplo, considérese el muestreo cíclico de los números 1 a 72 mediante una separación de muestra de $P=7$, comenzando con el número 1. El resultado es una secuencia de los números originales 1 a 72, ahora dispuesta según la Fig. 9. Para garantizar que el entrelazador es específico de la célula, sean determinados, tanto la separación de muestra en la etapa 805 de los grupos de símbolos, como el desplazamiento cíclico elegido, mediante la Identidad de célula. Con el fin de albergar muchos patrones de permutación de grupos de símbolos específicos de la célula, se define un procedimiento para seleccionar los valores de separación de muestras permitidos en la etapa 805. Sean usados como estos valores el conjunto ordenado de números primos de uno a cierto N grande (con algunas limitaciones como se describirá a continuación). Sea P la separación de muestra cíclica y sea N_{SG} el número de posiciones de grupos de símbolos en los recursos de transmisión de canal de control; las limitaciones para seleccionar los números primos pueden establecerse de la siguiente manera:

30 Rechazar un valor P que sea un factor de N_{SG} ;

Para permitir la diversidad de frecuencia, permitir sólo valores de P que entran dentro del intervalo $\delta \leq \text{mod}(P-1, N_{SG})+1 \leq N_{SG}-\delta$ donde δ es un algún número entero mayor que 2. Por ejemplo, estableciendo que $\delta=8$ para el enfoque mostrado en la Fig. 5 se colocan grupos de símbolos adyacentes en bloques de recursos diferentes. El rendimiento de este enfoque se muestra en la Fig. 13, comparando las colisiones entre células diferentes con diferentes valores de P . Obsérvese que, como se suponen 120 símbolos disponibles en los recursos de transmisión de canal de control en este ejemplo, la tasa de colisión media es menor debido al uso de los grupos de símbolos ficticios, rellenos con ceros.

40 Algunas consideraciones para las realizaciones preferidas descritas anteriormente son: Las operaciones de desplazamiento cíclico específico de la célula pueden realizarse antes de la función de entrelazado, es decir, su orden puede conmutarse. Por tanto, en el procedimiento según la Fig. 6 la etapa 605 puede realizarse antes que la etapa 604. Los grupos de símbolos nulos o grupos de símbolos que comprenden valores "ficticios" pueden combinarse con los grupos de símbolos usados de maneras distintas a la anexión de los grupos de símbolos nulos. Antes bien, pueden fijarse, por ejemplo, o combinarse de otro modo con los grupos de símbolos usados. En lugar de "valores ficticios", pueden ponerse otros datos, distintos a los datos de canal de control, en los grupos de símbolos que no se usan para los datos de canal de control. También pueden mezclarse otros datos, distintos a los datos de canal de control, con "valores ficticios" y / o ceros, y ponerse en los grupos de símbolos que no se usan para datos de canal de control.

50 Los métodos descritos anteriormente pueden aplicarse en estaciones base de radio que dan soporte, por ejemplo, a la LTE.

55 Pasando ahora a la Fig. 15, que ilustra esquemáticamente una estación base de radio según las realizaciones de la presente invención. La estación base de radio 150 comprende medios 151 para agrupar los elementos de canal de control CCE1 a CCE n en un primer orden de grupos de símbolos de canal de control. La estación base de radio comprende medios 152 adicionales para determinar un número de posiciones de grupos de símbolos disponibles de recursos de transmisión de canal de control. Los medios 153 también se proporcionan para añadir grupos de símbolos que comprenden valores "ficticios" o ceros al primer orden de grupos de símbolos de canal de control, de modo que el primer orden de grupos de símbolos sea esencialmente igual al número de posiciones de grupos de símbolos disponibles en recursos de transmisión de canal de control. La estación base comprende medios 154

5 adicionales para entrelazar el primer orden de los grupos de símbolos de canal de control, dando como resultado un segundo orden para los grupos de símbolos de canal de control. Los medios 155 también se proporcionan para desplazar cíclicamente el segundo orden y hay medios 156 adicionales para correlacionar el segundo orden desplazado cíclicamente de grupos de símbolos de canal de control a las posiciones de grupos de símbolos de transmisión de canal de control.

10 Los enfoques para la aleatorización de interferencia que se divulgan tienen flexibilidad con respecto al ancho de banda de frecuencia, el número de símbolos de OFDM y el número de grupos de símbolos de información usados para la señalización de canal de control. El enfoque, evidentemente, puede aplicarse a otras situaciones en las que se requiere la aleatorización de interferencia. Ningún ejemplo ni terminología con respecto a la norma de la LTE del 15 3GPP, usados en el presente documento, se considerarán limitativos del ámbito de la invención, cuya metodología puede aplicarse en principio a cualquier sistema de comunicación que use entrelazado de símbolos. Los medios mencionados en la presente descripción pueden ser medios de software, medios de hardware o una combinación de ambos. El contenido descrito no está limitado, evidentemente, a las realizaciones descritas anteriormente y mostradas en los dibujos, sino que puede modificarse dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la aleatorización de interferencia experimentada por un canal de control compartido, transmitido usando recursos de transmisión de canal de control procedentes de una estación base, en el que dicho canal de control compartido comprende elementos de canal de control CCE1 a CCE_n, estando dicho procedimiento caracterizado por:
 - agrupar (601) los elementos de canal de control, CCE1 a CCE_n, en un primer orden de grupos de símbolos de canal de control, en el que los grupos de símbolos de canal de control se numeran secuencialmente dentro de un bloque de recursos (40, 50) de dichos recursos de transmisión de canal de control;
 - determinar (602) un número de posiciones de grupos de símbolos disponibles de dichos recursos de transmisión de canal de control;
 - añadir grupos de símbolos (603) que comprenden valores “ficticios” o ceros al primer orden de grupos de símbolos de canal de control, de modo que dicho primer orden de grupos de símbolos sea esencialmente igual a dicho número de posiciones de grupos de símbolos disponibles;
 - entrelazar (604) el primer orden de los grupos de símbolos de canal de control, dando como resultado un segundo orden de dichos grupos de símbolos de canal de control;
 - desplazar cíclicamente (605) dicho segundo orden; y
 - correlacionar (606) el segundo orden desplazado cíclicamente de grupos de símbolos de canal de control a dichas posiciones de grupos de símbolos de transmisión de canal de control.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho desplazamiento cíclico es específico de la célula y se basa en la identidad de célula.
3. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que los recursos de transmisión comprenden un número de símbolos de Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencias, OFDM, y subportadoras de OFDM y en el que se determinan un número de posiciones de grupos de símbolos disponibles de dichos recursos de transmisión de canal de control basándose en un número de símbolos de OFDM y subportadoras de OFDM, usados para los recursos de transmisión de canal de control.
4. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha etapa de correlación (606) comprende las etapas de:
 - correlacionar secuencialmente sobre frecuencias dentro de dichas posiciones de grupos de símbolos, seguida por:
 - correlacionar secuencialmente sobre símbolos de OFDM dentro de dichas posiciones de grupos de símbolos.
5. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha etapa de correlación (606) comprende las etapas de:
 - correlacionar secuencialmente sobre símbolos de OFDM dentro de dichas posiciones de grupos de símbolos, seguida por;
 - correlacionar secuencialmente sobre frecuencias dentro de dichas posiciones de grupos de símbolos.
6. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha etapa de correlación (606) comprende:
 - correlacionar secuencialmente con respecto a grupos de símbolos dentro de bloques de recursos de dichos recursos de transmisión de canal de control.
7. Un procedimiento según la reivindicación 6, en el que dicha etapa de correlación (606) comprende las etapas de:
 - correlacionar secuencialmente sobre frecuencias dentro de dicho bloque de recursos, seguida por:
 - correlacionar secuencialmente sobre símbolos de OFDM dentro de dicho bloque de recursos.
8. Un procedimiento según la reivindicación 6, en el que dicha etapa de correlación (606) comprende las etapas de:

correlacionar secuencialmente sobre símbolos de OFDM dentro de dicho bloque de recursos, seguida por:
 correlacionar secuencialmente sobre frecuencias dentro de dicho bloque de recursos.

5
 9. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha etapa de entrelazado (604) es entrelazado basado en Polinomios de Permutación Cuadrática, QPP.

10
 10. Un procedimiento según la reivindicación 9, en el que dicho entrelazado basado en QPP comprende las etapas de:

establecer el valor mínimo (701) de un parámetro K en una tabla de consulta predefinida, de modo que $K \geq N_{SG}$, donde N_{SG} es el número de posiciones de grupos de símbolos disponibles de dichos recursos de transmisión de canal de control;

15
 seleccionar (702) un conjunto de parámetros adicional (f_1, f_2, i) , basándose en dicho valor K , en dicha tabla de consulta; y calcular valores de dirección de entrelazado (703) del entrelazador de QPP así seleccionado aplicando dichos valores de parámetro (K, f_1, f_2, i) en la fórmula:

$$\Pi(i) = (f_1 \times i + f_2 \times i^2) \text{ mod } K$$

20
 donde

$K = \text{longitud}$

25
 f_1 y f_2 = coeficientes polinómicos

i = índice de salida

30
 $\Pi(i)$ = índice de entrada.

11. Un procedimiento según la reivindicación 10, en el que dicha etapa de calcular (703) comprende además, si $K > N_{SG}$, truncar cualquier valor resultante de dirección de entrelazado, superior a $N_{SG} - 1$.

35
 12. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho entrelazado es un entrelazado lineal específico de la célula.

13. Un procedimiento según la reivindicación 12, en el que el entrelazado lineal específico de la célula se calcula con un número primo P específico de la célula.

40
 14. Un procedimiento según la reivindicación 13, en el que dicho entrelazado es un muestreo cíclico de dicho primer orden en dicho número primo P específico de la célula, en el que dicho número primo P específico de la célula no es un factor de dicho número de posiciones de grupos de símbolos.

45
 15. Un procedimiento según la reivindicación 13, en el que el número primo P elegido, específico de la célula, está limitado a números primos que proporcionen diversidad de frecuencia suficiente, tal como está determinado por un valor de distancia numérica entre grupos de símbolos que está por encima de un determinado valor de umbral.

50
 16. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha etapa de añadir (603) comprende las etapas adicionales de:

adjuntar o prefijar, o combinar de otro modo grupos de símbolos que comprenden valores "ficticios" o ceros a dicho primer orden de grupos de símbolos de canal de control.

55
 17. Una estación base de radio, configurada para la aleatorización de interferencia experimentada por un canal de control compartido, transmitido usando recursos de transmisión de canal de control procedentes de dicha estación base, en la que dicho canal de control compartido comprende elementos de canal de control, CCE1 a CCE n , estando dicha estación base caracterizada por:

60
 medios (151) para agrupar los elementos de canal de control CCE1 a CCE n en un primer orden de grupos de símbolos de canal de control, en la que los grupos de símbolos de canal de control se numeran secuencialmente dentro de un bloque de recursos de dichos recursos de transmisión de canal de control;

medios (152) para determinar un número de posiciones de grupos de símbolos disponibles de dichos recursos de transmisión de canal de control;

5 medios (153) para añadir grupos de símbolos que comprenden valores "ficticios" o ceros al primer orden de grupos de símbolos de canal de control, de modo que dicho primer orden de grupos de símbolos sea esencialmente igual a dicho número de posiciones de grupos de símbolos disponibles;

10 medios (154) para entrelazar el primer orden de los grupos de símbolos de canal de control, dando como resultado un segundo orden para dichos grupos de símbolos de canal de control;

medios (155) para desplazar cíclicamente dicho segundo orden; y

15 medios (156) para correlacionar el segundo orden desplazado cíclicamente de grupos de símbolos de canal de control con dichas posiciones de grupos de símbolos de transmisión de canal de control.

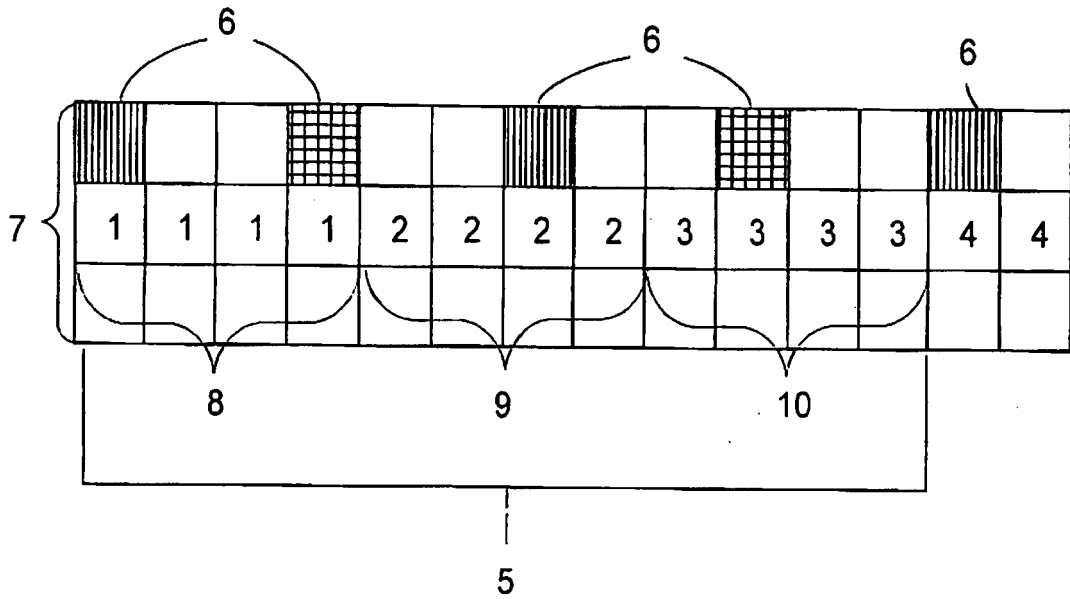


Fig. 1

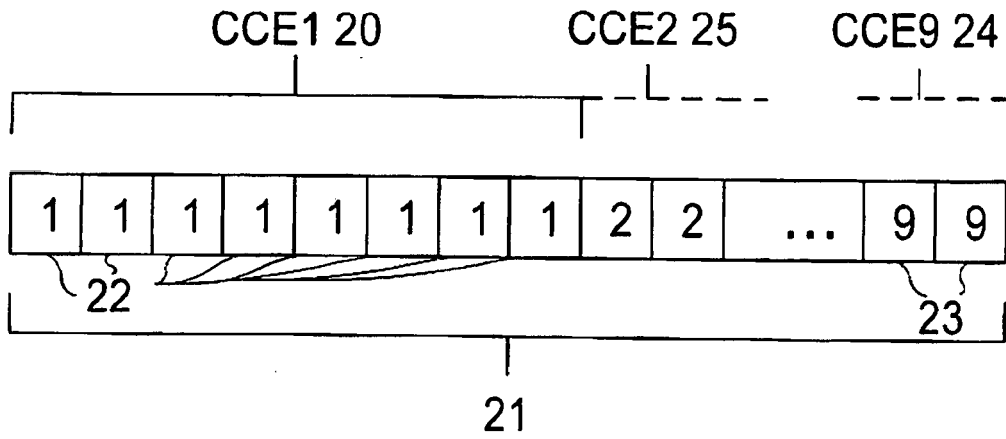


Fig. 2

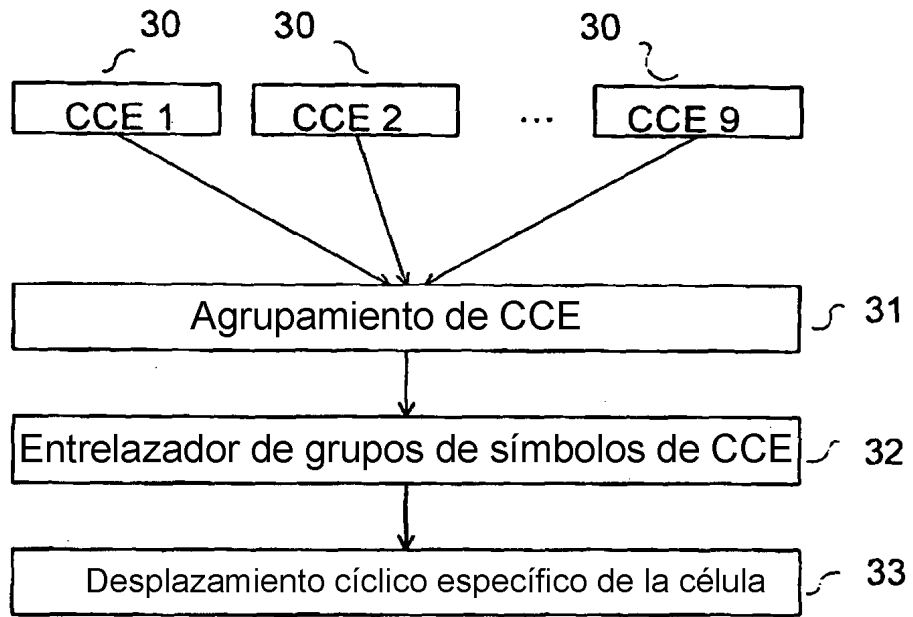


Fig. 3

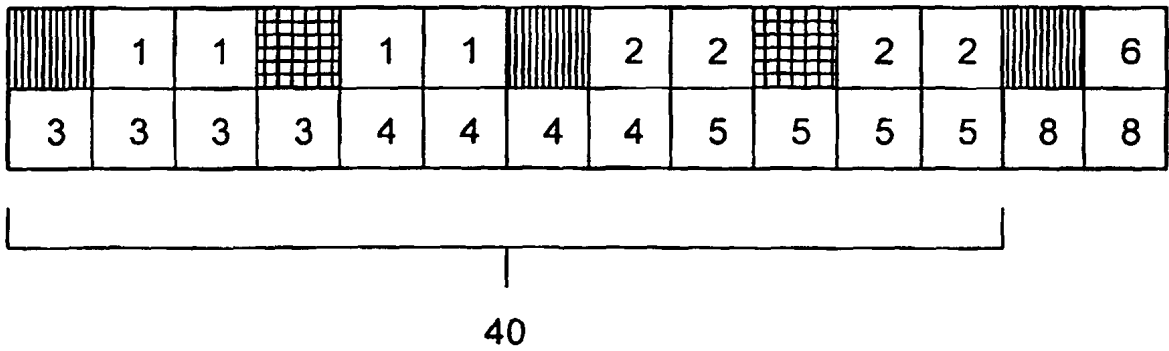







Fig. 4

	1	1		1	1		2	2		2	2		9
3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	11	11
6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	14	14



50

Fig. 5

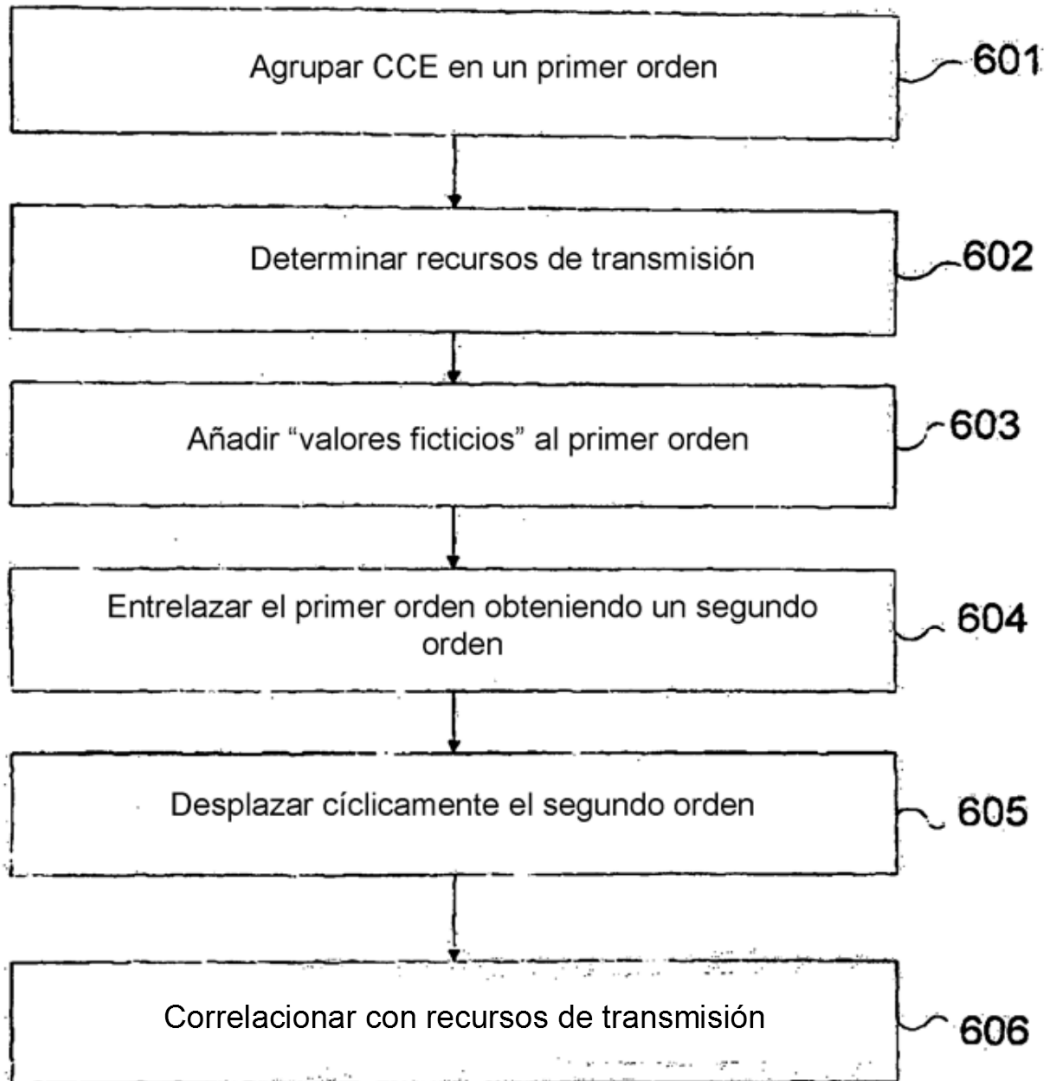


Fig. 6

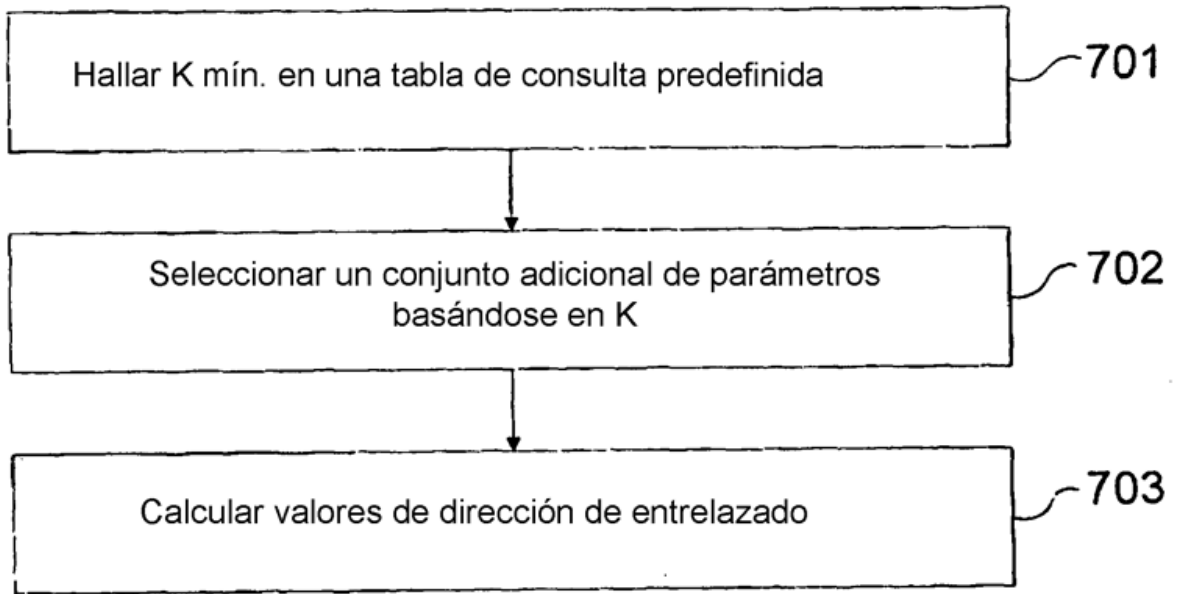


Fig. 7

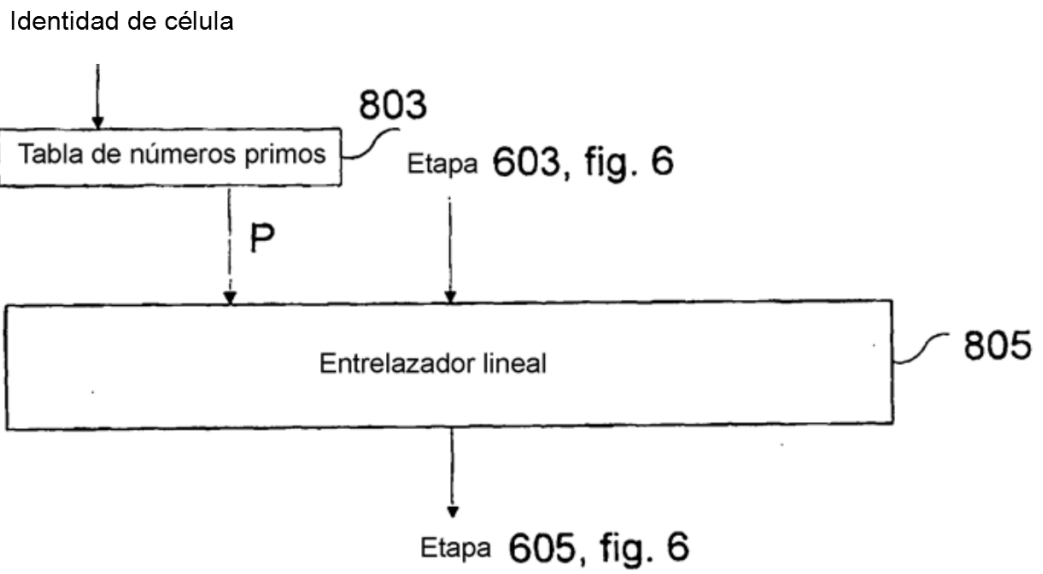


Fig. 8

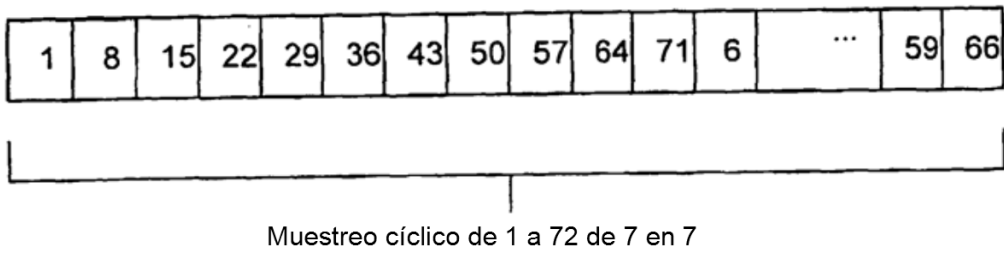


Fig. 9

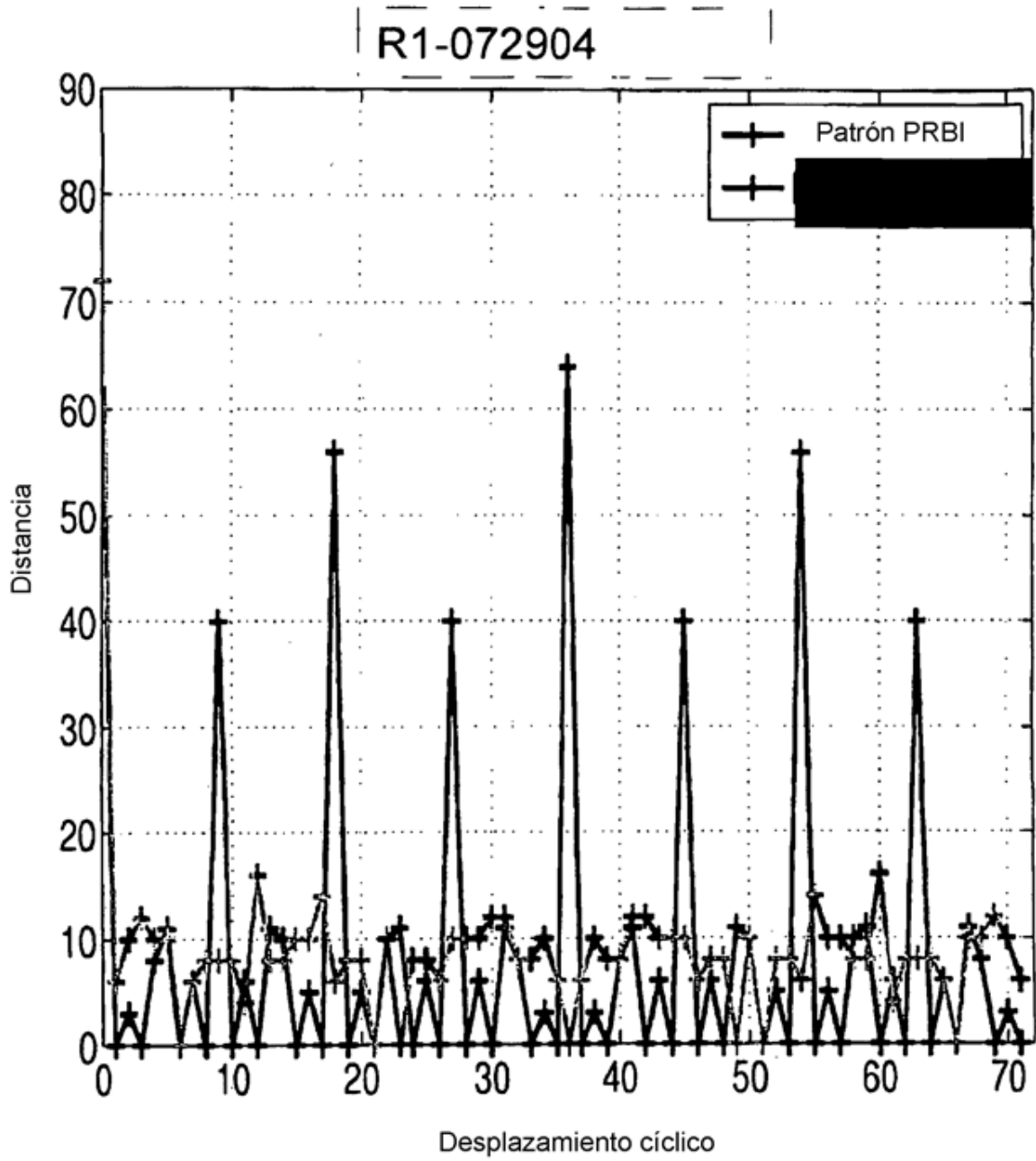


Fig. 10

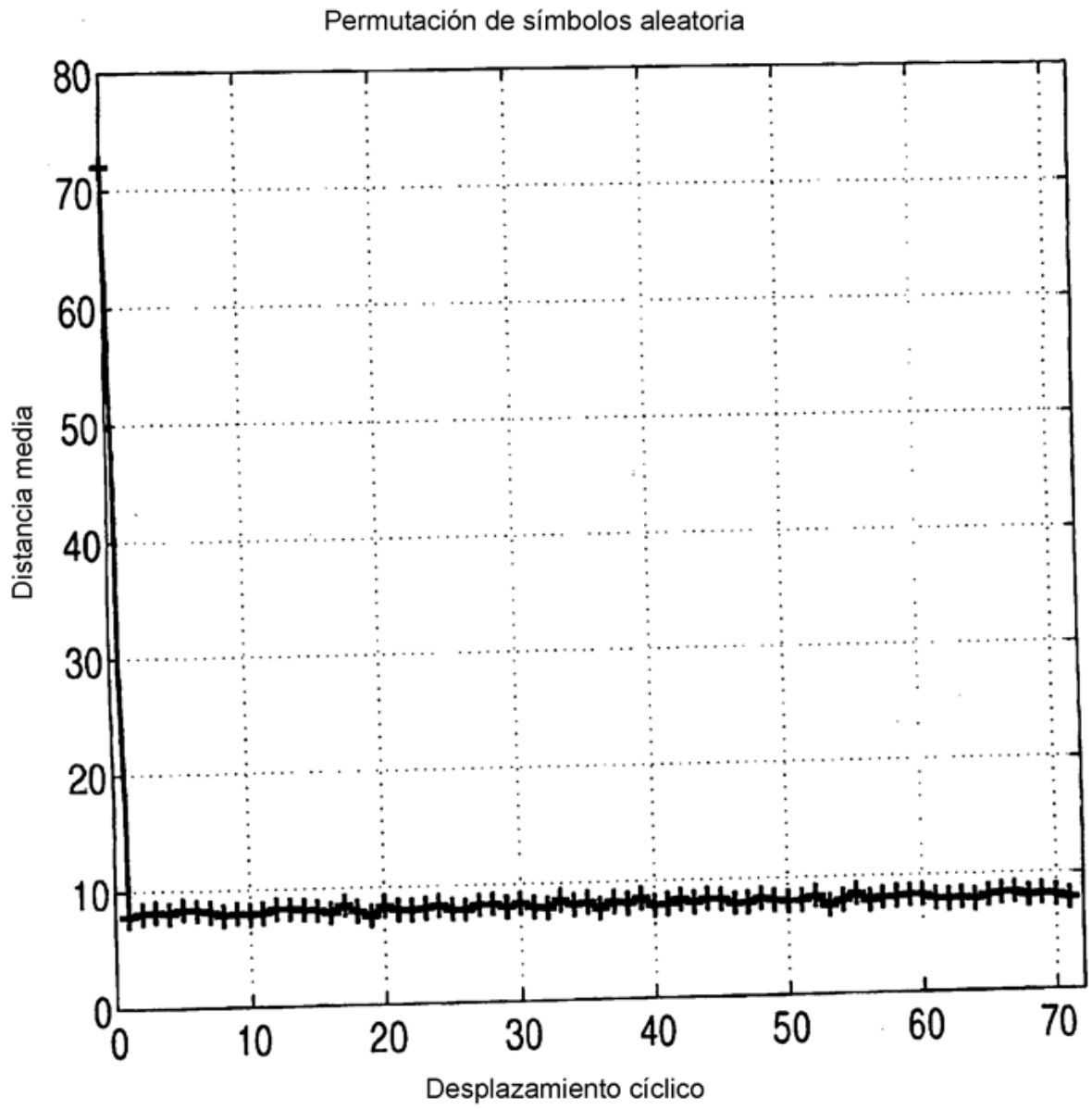


Fig. 11

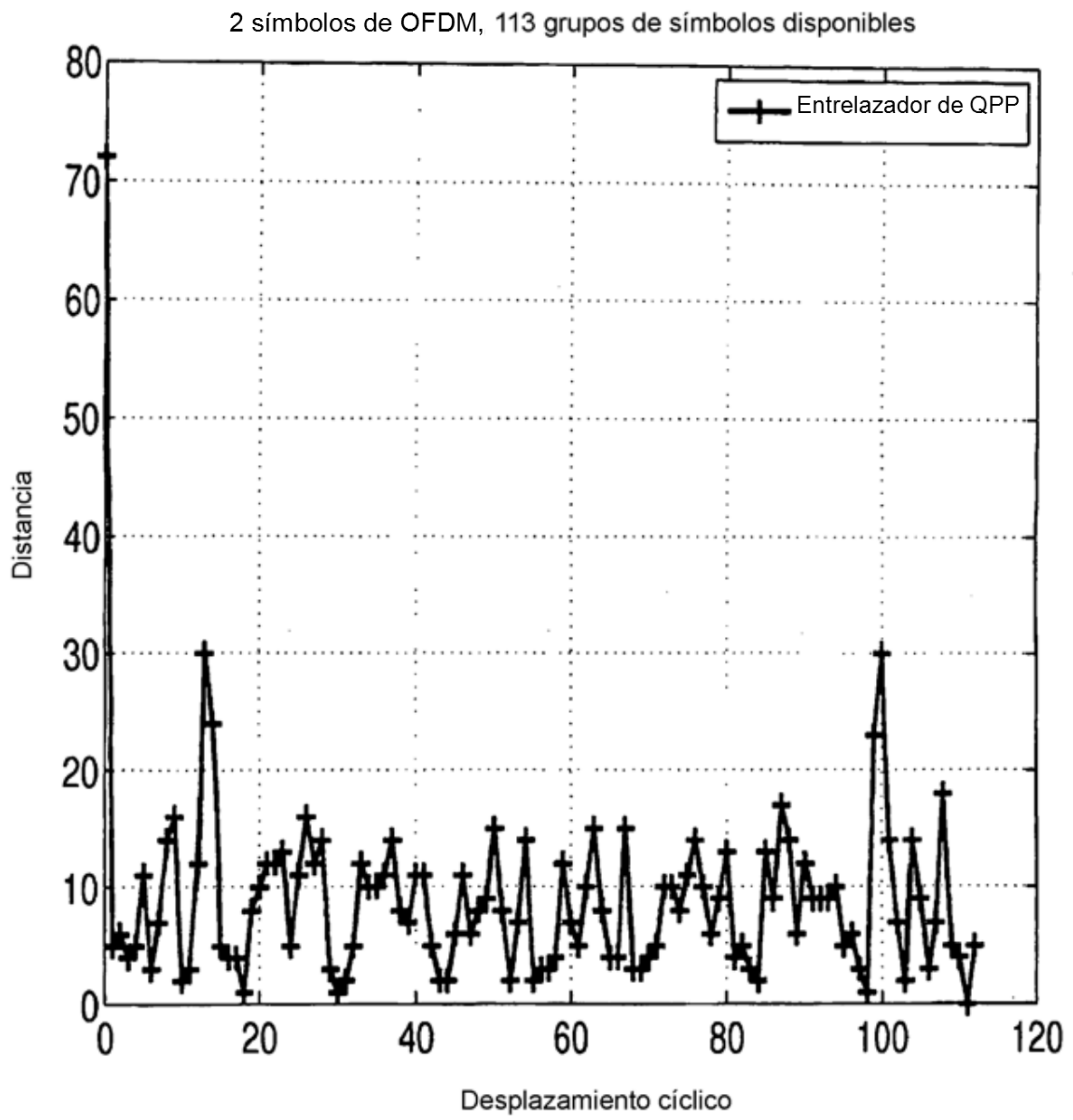


Fig. 12

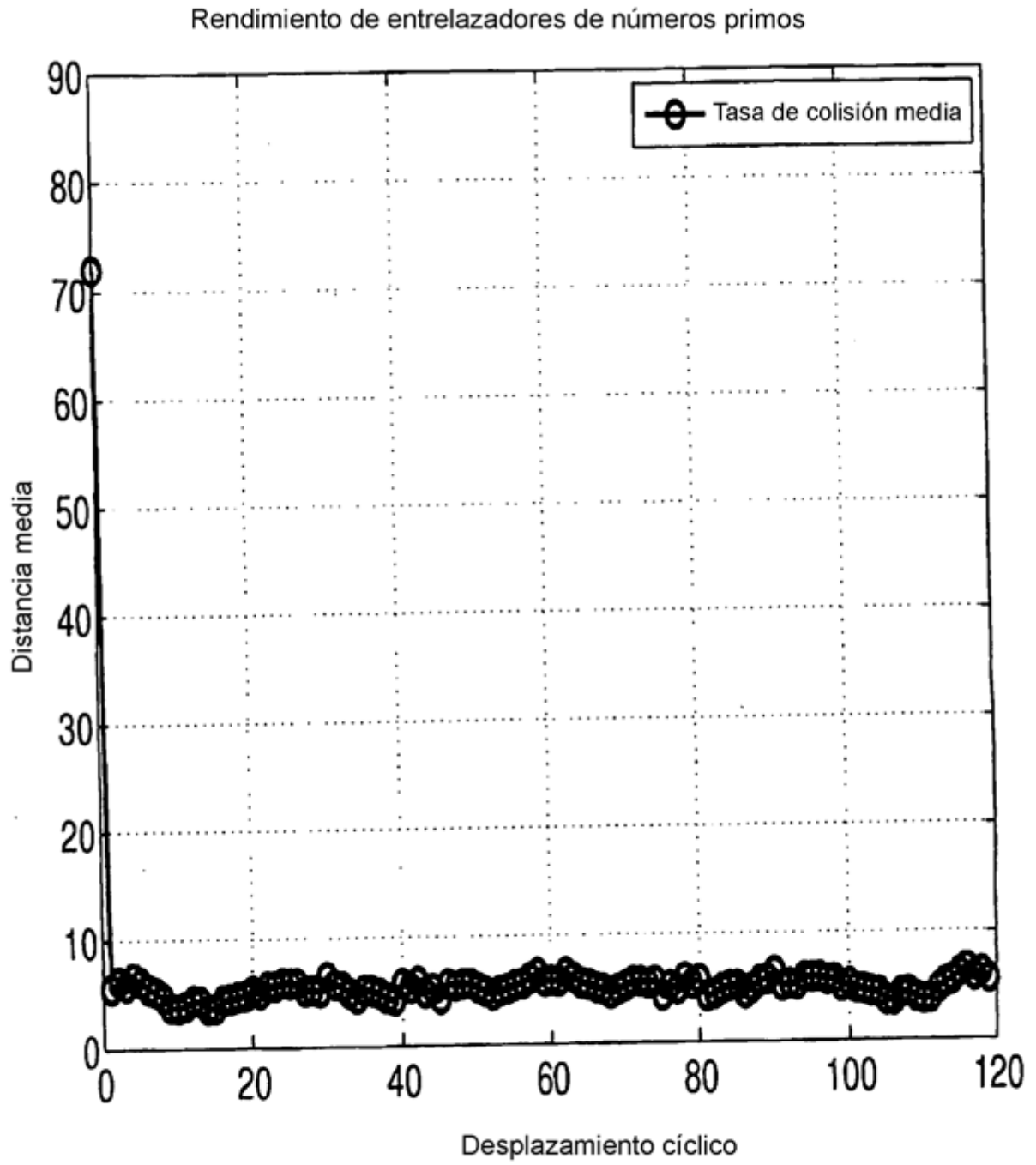







Fig. 13

	1	1		1	1		6	6		6	6		9
2	2	2	2	4	4	4	4	7	7	7	7	10	10
3	3	3	3	5	5	5	5	8	8	8	8	11	11

140

Fig. 14

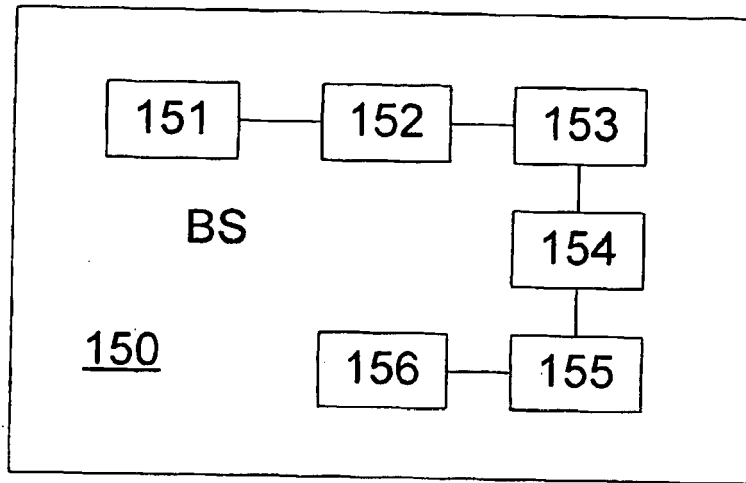


Fig. 15