



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 374 649**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H03M 13/27 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09161875 .1**

96 Fecha de presentación : **03.06.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2209246**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.07.2010**

54

Título: **Aparato para la transmisión y recepción de una señal y método de transmisión y recepción de una señal.**

30

Prioridad: **15.01.2009 US 144736 P**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.02.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.02.2012

73

Titular/es: **LG Electronics Inc.**
20 Yoido-dong,
Yeongdungpo-gu, Seoul 150-721, KR

72

Inventor/es: **Ko, Woo Suk;**
Park, Jeong Hwan y
Moon, Sang Chul

74

Agente: **Veiga Serrano, Mikel**

ES 2 374 649 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

Aparato para la transmisión y recepción de una señal y método de transmisión y recepción de una señal.

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un método para la transmisión y recepción de una señal y un aparato para la transmisión y recepción de una señal, y más particularmente, a un método para la transmisión y recepción de una señal y un aparato para la transmisión y recepción de una señal, que puedan mejorar la eficacia de transmisión de datos.

10

Estado de la técnica

Como se ha desarrollado una tecnología de difusión digital, los usuarios han recibido una imagen en movimiento de alta definición (HD). Con el desarrollo continuo de un algoritmo de compresión y alto rendimiento de hardware, se proporcionará a los usuarios un mejor entorno en el futuro. Un sistema de televisión digital (DTV) puede recibir una señal de difusión digital y proporcionar una diversidad de servicios complementarios a los usuarios así como una señal de vídeo y una señal de audio.

15

La difusión de vídeo digital (DVB)-C2 es la tercera especificación que se une a la familia de DVB de sistemas de transmisión de segunda generación. Desarrollado en 1994, en la actualidad DVB-C se implanta en más de 50 millones de sintonizadores de cable por todo el mundo. En conformidad con los demás sistemas de segunda generación DVB, DVB-C2 usa una combinación de códigos BCH y de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC). Esta potente corrección de errores sin canal de retorno (FEC) proporciona aproximadamente una mejora de 5 dB de la relación portadora a ruido sobre DVB-C. Los esquemas de entrelazado de bits apropiados optimizan la robustez global del sistema FEC. Extendidas por una cabecera, estas tramas se denominan conexiones de capa física (PLP). Una o más de estas PLP se multiplexan en un segmento de datos. Se aplica entrelazado bidimensional (en los dominios de tiempo y frecuencia) a cada segmento permitiendo al receptor eliminar el impacto de deterioros por ráfagas e interferencia selectiva de frecuencia tal como el ingreso de frecuencia única.

20

25

30

Con el desarrollo de estas tecnologías de difusión digital, se aumenta el requisito para un servicio tal como una señal de vídeo y una señal de audio y se aumenta el tamaño de los datos deseado por los usuarios o el número de canales de difusión de manera gradual. El documento WO2008/087598 describe un sistema de transmisión de datos para entrelazar símbolos o bits de datos.

35

Objeto de la invención

Por consiguiente, la presente invención se refiere a un método para la transmisión y recepción de una señal y un aparato para la transmisión y recepción de una señal que sustancialmente evitan uno o más problemas debidos a las limitaciones y desventajas de la técnica relacionada.

40

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para la transmisión y recepción de una señal y un aparato para la transmisión y recepción de una señal, que puedan mejorar la eficacia de transmisión de datos.

45

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para la transmisión y recepción de una señal y un aparato para la transmisión y recepción de una señal, que puedan mejorar la capacidad de corrección de error de bits que configuran un servicio.

50

Las ventajas, objetos y características adicionales de la invención se expondrán en parte en la descripción que sigue y en parte resultarán evidentes para los expertos en la técnica tras el examen de lo siguiente. Los objetivos y otras ventajas de la invención pueden realizarse y conseguirse mediante la estructura indicada en particular en la descripción escrita y las reivindicaciones de la misma así como en los dibujos adjuntos.

55

Para lograr los objetos, un primer aspecto de la presente invención proporciona un método para la transmisión de al menos una señal de difusión según la reivindicación 1.

Otro aspecto de la presente invención proporciona un método para la recepción de una señal de difusión según la reivindicación 5.

60

Aún otro aspecto de la presente invención proporciona un transmisor para transmitir al menos una señal de difusión según la reivindicación 8.

Aún otro aspecto de la presente invención proporciona un receptor para recibir una señal de difusión según la reivindicación 12.

65

ES 2 374 649 T3

Descripción de las figuras

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención y se incorporan en y constituyen parte de esta solicitud, ilustran (una) realización/realizaciones de la invención y junto con la descripción sirven para explicar el principio de la invención. En los dibujos:

La figura 1 es un ejemplo de modulación de amplitud en cuadratura (QAM) de 64 estados usada en el DVB-T europeo.

La figura 2 es un método del código binario reflejado de Gray (BRGC).

La figura 3 es una salida próxima al gaussiano por modificación de 64 QAM que se usa en DVB-T.

La figura 4 es la distancia de Hamming entre el par reflejado en BRGC.

La figura 5 son las características en QAM en donde existe un par reflejado para cada eje I y eje Q.

La figura 6 es un método para modificar QAM usando un par reflejado de BRGC.

La figura 7 es un ejemplo de 64/256/1024/1024 QAM modificada.

Las figuras 8-9 son un ejemplo de 64 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC.

Las figuras 10-11 son un ejemplo de 256 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC.

Las figuras 12-13 son un ejemplo de 1024 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC (0~511).

Las figuras 14-15 son un ejemplo de 1024 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC (512~1023).

Las figuras 16-17 son un ejemplo de 4096 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC (0~511).

Las figuras 18-19 son un ejemplo de 4096 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC (512~1023).

Las figuras 20-21 son un ejemplo de 4096 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC (1024~1535).

Las figuras 22-23 son un ejemplo de 4096 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC (1536~2047).

Las figuras 24-25 son un ejemplo de 4096 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC (2048~2559).

Las figuras 26-27 son un ejemplo de 4096 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC (2560~3071).

Las figuras 28-29 son un ejemplo de 4096 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC (3072~3583).

Las figuras 30-31 son un ejemplo de 4096 QAM modificada usando un par reflejado de BRGC (3584~4095).

La figura 32 es un ejemplo de mapeo de bit de QAM modificada donde se modifica 256 QAM usando BRGC.

La figura 33 es un ejemplo de transformación de MQAM para dar una constelación no uniforme.

La figura 34 es un ejemplo de sistema de transmisión digital.

La figura 35 es un ejemplo de un procesador de entrada.

La figura 36 es una información que puede incluirse en una banda base (BB).

La figura 37 es un ejemplo de módulo BICM.

La figura 38 es un ejemplo de codificador acortado/perforado.

La figura 39 es un ejemplo de aplicación de diversas constelaciones.

La figura 40 es otro ejemplo de casos en los que se considera la compatibilidad entre sistemas convencionales.

La figura 41 es una estructura de trama que comprende el preámbulo para la señalización L1 y símbolo de datos para datos PLP.

La figura 42 es un ejemplo de formador de tramas.

ES 2 374 649 T3

La figura 43 es un ejemplo del módulo 404 de inserción de piloto mostrado en la figura 4.

La figura 44 es una estructura de SP.

5 La figura 45 es una nueva estructura de SP o patrón piloto (PP5').

La figura 46 es una estructura de PP5' sugerida.

La figura 47 es una relación entre preámbulo y símbolo de datos.

10 La figura 48 es otra relación entre preámbulo y símbolo de datos.

La figura 49 es un ejemplo de perfil de retardo de canal de cable.

15 La figura 50 es una estructura de piloto disperso que usa $z=56$ y $z=112$.

La figura 51 es un ejemplo de modulador basado en OFDM.

La figura 52 es un ejemplo de estructura de preámbulo.

20 La figura 53 es un ejemplo de decodificación de preámbulo.

La figura 54 es un proceso para el diseño de preámbulo más optimizado.

25 La figura 55 es otro ejemplo de estructura de preámbulo.

La figura 56 es otro ejemplo de decodificación de preámbulo.

La figura 57 es un ejemplo de estructura de preámbulo.

30 La figura 58 es un ejemplo de decodificación L1.

La figura 59 es un ejemplo de procesador analógico.

35 La figura 60 es un ejemplo de sistema de receptor digital.

La figura 61 es un ejemplo de procesador analógico usado en el receptor.

La figura 62 es un ejemplo de demodulador.

40 La figura 63 es un ejemplo de analizador sintáctico de trama.

La figura 64 es un ejemplo de demodulador BICM.

45 La figura 65 es un ejemplo de decodificación LDPC usando acortamiento/perforación.

La figura 66 es un ejemplo de procesador de salida.

La figura 67 es un ejemplo de tasa de repetición de bloque L1 de 8 MHz.

50 La figura 68 es un ejemplo de tasa de repetición de bloque L1 de 8 MHz.

La figura 69 es una nueva tasa de repetición de bloque L1 de 7,61 MHz.

La figura 70 es un ejemplo de señalización L1 que se transmite en cabecera de trama.

55 La figura 71 es el resultado de simulación de preámbulo y estructura L1.

La figura 72 es un ejemplo de entrelazador de símbolo.

60 La figura 73 es un ejemplo de una transmisión de bloque L1.

La figura 74 es otro ejemplo de señalización L1 transmitida dentro de una cabecera de trama.

La figura 75 es un ejemplo de entrelazado/desentrelazado de frecuencia o tiempo.

65 La figura 76 es una tabla que analiza la sobrecarga de señalización L1 que se transmite en la cabecera FECFRAME en el módulo (307) de inserción de cabecera ModCod en la trayectoria de datos del módulo BICM mostrado en la figura 3.

ES 2 374 649 T3

La figura 77 muestra una estructura para la cabecera FECFRAME para minimizar la sobrecarga.

La figura 78 muestra un rendimiento de tasa de error de bit (BER) de la protección L1 mencionada anteriormente.

5 La figura 79 muestra ejemplos de una estructura de trama FEC y de trama de transmisión.

La figura 80 muestra un ejemplo de señalización L1.

10 La figura 81 muestra un ejemplo de preseñalización L1.

La figura 82 muestra una estructura de bloque de señalización L1.

La figura 83 muestra un entrelazado de tiempo L1.

15 La figura 84 muestra un ejemplo de modulación de extracción e información de código.

La figura 85 muestra otro ejemplo de preseñalización L1.

20 La figura 86 muestra un ejemplo de planificación de bloque de señalización L1 que se transmite en preámbulo.

La figura 87 muestra un ejemplo de preseñalización L1 en la que se considera el aumento de potencia.

La figura 88 muestra un ejemplo de señalización L1.

25 La figura 89 muestra otro ejemplo de modulación de extracción e información de código.

La figura 90 muestra otro ejemplo de modulación de extracción e información de código.

30 La figura 91 muestra un ejemplo de presincronización L1.

La figura 92 muestra un ejemplo de preseñalización L1.

La figura 93 muestra un ejemplo de señalización L1.

35 La figura 94 muestra un ejemplo de trayectoria de señalización L1.

La figura 95 es otro ejemplo de señalización L1 transmitida dentro de una cabecera de trama.

40 La figura 96 es otro ejemplo de señalización L1 transmitida dentro de una cabecera de trama.

La figura 97 es otro ejemplo de señalización L1 transmitida dentro de una cabecera de trama.

La figura 98 muestra un ejemplo de señalización L1.

45 La figura 99 es un ejemplo del entrelazador de símbolo.

La figura 100 muestra un rendimiento de entrelazado del entrelazador de tiempo de la figura 99.

50 La figura 101 es un ejemplo del entrelazador de símbolo.

La figura 102 muestra un rendimiento de entrelazado del entrelazador de tiempo de la figura 101.

La figura 103 es un ejemplo del desentrelazador de símbolo.

55 La figura 104 es otro ejemplo del entrelazado de tiempo.

La figura 105 es un resultado de entrelazado usando el método mostrado en la figura 104.

60 La figura 106 es un ejemplo del método de direccionamiento de la figura 105.

La figura 107 es otro ejemplo de entrelazado de tiempo L1.

La figura 108 es un ejemplo del desentrelazador de símbolo.

65 La figura 109 es otro ejemplo del desentrelazador.

La figura 110 es un ejemplo del desentrelazador de símbolo.

ES 2 374 649 T3

La figura 111 es un ejemplo de direcciones de fila y columna para el desentrelazado de tiempo.

La figura 112 muestra un ejemplo de entrelazado de bloque general en un dominio de símbolo de datos en el que no se usan pilotos.

La figura 113 es un ejemplo de un transmisor OFDM que usa segmentos de datos.

La figura 114 es un ejemplo de un receptor OFDM que usa un segmento de datos.

La figura 115 es un ejemplo de entrelazador de tiempo y un ejemplo de desentrelazador de tiempo.

La figura 116 es un ejemplo de formación de símbolos OFDM.

La figura 117 es un ejemplo de un entrelazador de tiempo (TI).

La figura 118 es un ejemplo de un entrelazador de tiempo (TI).

La figura 119 es un ejemplo de una estructura de preámbulo en un transmisor y un ejemplo de un procedimiento en un receptor.

La figura 120 es un ejemplo de un procedimiento en un receptor para obtener L1_XFEC_FRAME del preámbulo.

La figura 121 es un ejemplo de una estructura de preámbulo en un transmisor y un ejemplo de un procedimiento en un receptor.

La figura 122 es un ejemplo de un desentrelazador de tiempo.

Descripción detallada de la invención

A continuación se hará referencia en detalle a las realizaciones preferidas de la presente invención, de las que se ilustran ejemplos en los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se usarán los mismos números de referencia a lo largo de los dibujos para referirse a partes iguales o similares.

En la siguiente descripción, el término “servicio” es indicativo de cualquiera de los contenidos de difusión que pueden transmitirse/recibirse por el aparato de transmisión/recepción de señal.

La modulación de amplitud en cuadratura (QAM) usando el código binario reflejado de Gray (BRGC) se usa como modulación en un entorno de transmisión por difusión en el que se usa la modulación codificada entrelazada de bit (BICM). La figura 1 muestra un ejemplo de 64 QAM usada en la DVB-T europea.

El BRGC puede realizarse usando el método mostrado en la figura 2. Un BRGC de n bits puede realizarse añadiendo un código inverso de BRGC de (n-1) bits (es decir, código reflejado) detrás de (n-1) bits, añadiendo ceros delante del BRGC de (n-1) bits original, y añadiendo unos al principio del código reflejado. El código BRGC realizado con este método tiene una distancia de Hamming entre códigos adyacentes de uno (1). Además, cuando el BRGC se aplica a la QAM, la distancia de Hamming entre un punto y los cuatro puntos más adyacentes al punto, es uno (1) y la distancia de Hamming entre el punto y otros cuatro puntos los segundos más adyacentes al punto, es dos (2). Tales características de las distancias de Hamming entre un punto de constelación específico y otros puntos adyacentes pueden doblarse según la regla de mapeo de Gray en QAM.

Para hacer que un sistema sea robusto contra el ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN), la distribución de señales transmitidas desde un transmisor puede realizarse cerca de la distribución gaussiana. Para poder hacer eso, las ubicaciones de los puntos en la constelación pueden modificarse. La figura 3 muestra una salida próxima a la gaussiana modificando la 64 QAM usada en DVB-T. Tal constelación puede doblarse como QAM no uniforme (NU-QAM).

Para realizar una constelación de QAM no uniforme, puede usarse la función de distribución acumulativa gaussiana (CDF). En el caso de 64 256 ó 1024 QAM, es decir, 2^N AM, la QAM puede dividirse en dos N-PAM independientes. Al dividir la CDF gaussiana en N secciones de idéntica probabilidad y al permitir que un punto de señal en cada sección represente la sección, puede realizarse una constelación con una distribución gaussiana. Dicho de otro modo, la coordenada x_j de la N-PAM no uniforme recién definida puede definirse del siguiente modo:

$$\int_{-\infty}^{x_j} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = p_j, \quad p_j \in \left\{ \frac{1}{2N}, \frac{3}{2N}, \dots, \frac{2N-1}{2N} \right\}$$

(Ec. 1)

ES 2 374 649 T3

La figura 3 es un ejemplo de transformación de 64 QAM de DVB-T para dar NU-64 QAM usando los métodos anteriores. La figura 3 representa el resultado de modificar coordenadas de cada eje I y eje Q usando los métodos anteriores y mapeando los puntos de constelación previos respecto a las coordenadas recién definidas. En el caso de QAM de 32, 128 o 512, es decir, QAM de cruz, que no es QAM 2^N, al modificar P_j apropiadamente puede hallarse una nueva coordenada.

Una realización de la presente invención puede modificar QAM usando BRGC al usar características de BRGC. Como se muestra en la figura 4, la distancia de Hamming entre par reflejado en BRGC es uno porque difiere sólo en un bit que se añade al principio de cada código. La figura 5 muestra las características en QAM en las que existe el par reflejado para cada eje I y eje Q. En esta figura, el par reflejado existe a cada lado de la línea de puntos negra.

Al usar pares reflejados existentes en QAM, puede reducirse la potencia media de una constelación QAM mientras se mantiene la regla de mapeo de Gray en QAM. Dicho de otro modo, en una constelación en la que una potencia media se normaliza como 1, la distancia euclidiana mínima en la constelación puede aumentarse. Cuando se aplica esta QAM modificada a sistemas de comunicación o difusión, es posible implementar o bien un sistema más robusto contra el ruido usando la misma energía que en un sistema convencional o bien un sistema con el mismo rendimiento como sistema convencional pero que usa menos energía.

La figura 6 muestra un método para modificar QAM usando el par reflejado de BRGC. La figura 6a muestra una constelación y la figura 6b muestra un diagrama de flujo para modificar QAM usando el par reflejado de BRGC. En primer lugar, necesita hallarse un punto objetivo con la mayor potencia entre los puntos de constelación. Los puntos candidatos son puntos en los que ese punto objetivo puede moverse y son los puntos más próximos del par reflejado del punto objetivo. Entonces, necesita hallarse un punto vacío (es decir, un punto que todavía no ha sido tomado por otros puntos) con la menor potencia entre los puntos candidatos y se comparan la potencia del punto objetivo y la potencia de un punto candidato. Si la potencia del punto candidato es menor, el punto objetivo se mueve hacia el punto candidato. Estos procesos se repiten hasta que una potencia media de los puntos en constelación alcanza un mínimo mientras se mantiene la regla de mapeo de Gray.

La figura 7 muestra un ejemplo de 64/256/1024/4096 QAM modificada. Los valores mapeados de Gray se corresponden con las figuras 8-31 respectivamente. Además de estos ejemplos, pueden realizarse otros tipos de QAM modificada que permitan la optimización de potencia idéntica. Esto se debe a que un punto objetivo puede moverse a múltiples puntos candidatos. La QAM modificada sugerida puede aplicarse no sólo a la 64/256/1024/4096 QAM, sino también a la QAM en cruz, una QAM de mayor tamaño, o modulaciones que usan un BRGC distinto de QAM.

La figura 32 muestra un ejemplo de mapeo de bit de QAM modificada en donde la 256 QAM se modifica usando BRGC. La figura 32a y la figura 32b muestran el mapeo de los bits más significativos (MSB). Los puntos indicados como círculos rellenos representan mapeos de unos y los puntos indicados como círculos en blanco representan mapeos de ceros. De la misma manera, cada bit se mapea como se muestra en las figuras (a) a (h) en la figura 32, hasta que se mapean los bits menos significativos (LSB). Como se muestra en la figura 32, la QAM modificada puede permitir la decisión de bit usando sólo los ejes I o Q como QAM convencional, excepto por un bit que se encuentra junto al MSB (figura 32c y figura 32d). Al usar estas características, puede realizarse un receptor simple modificando parcialmente un receptor para QAM. Un receptor eficaz puede implementarse comprobando ambos valores I y Q únicamente cuando se determina el bit junto al MSB y calculando sólo I o Q para el resto de bits. Este método puede aplicarse a LLR aproximada, LLR exacta o decisión firme.

Al usar la QAM modificada o MQAM, que usa las características del BRGC anterior, puede realizarse la constelación no uniforme o NU-MQAM. En la ecuación anterior en la que se usa la CDF gaussiana, P_j puede modificarse para adaptarse a MQAM. Al igual que QAM, en MQAM, pueden considerarse dos PAM con eje I y eje Q. Sin embargo, a diferencia de QAM en la que varios puntos correspondientes a un valor de cada eje PAM son idénticos, el número de puntos cambia en MQAM. Si un número de puntos que corresponden al valor de orden j de PAM se define como n_j en una MQAM donde existe un total de M puntos de constelación, entonces P_j puede definirse como sigue:

$$\int_{-\infty}^{x_j} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = p_j \qquad p_j = \frac{\sum_{i=0}^{i=j-1} n_i + \frac{n_j}{2}}{M}, \quad n_0 = 0 \qquad \text{(Ec. 2)}$$

Al usar el P_j recién definido, MQAM puede transformarse en una constelación no uniforme. P_j puede definirse como sigue para el ejemplo de 256-MQAM.

$$p_j \in \left\{ \frac{2.5}{256}, \frac{10}{256}, \frac{22}{256}, \frac{36}{256}, \frac{51}{256}, \frac{67}{256}, \frac{84}{256}, \frac{102}{256}, \frac{119.5}{256}, \frac{136.5}{256}, \frac{154}{256}, \frac{172}{256}, \frac{189}{256}, \frac{205}{256}, \frac{220}{256}, \frac{234}{256}, \frac{246}{256}, \frac{253.5}{256} \right\}$$

ES 2 374 649 T3

La figura 33 es un ejemplo de transformación de MQAM en una constelación no uniforme. La NU-MQAM realizada usando estos métodos puede conservar características de receptores MQAM con coordenadas modificadas de cada PAM. Por tanto puede implementarse un receptor eficaz. Además, puede implementarse un sistema más robusto contra el ruido que el NU-QAM previo. Para un sistema de transmisión por difusión más eficaz, es posible hibridar MQAM y NU-MQAM. Dicho de otro modo, un sistema más robusto contra el ruido puede implementarse usando MQAM para un entorno en el que se usa un código de corrección de errores con una alta tasa de código y si no usando NU-MQAM. Para un caso tal, un transmisor puede permitir que un receptor tenga información de tasa de código de un código de corrección de errores usado actualmente y un tipo de modulación usado actualmente tal que el receptor pueda demodular según la modulación usada actualmente.

La figura 34 muestra un ejemplo de sistema de transmisión digital. Las entradas pueden comprender varios flujos MPEG-TS o flujos GSE (encapsulamiento de flujo general). Un módulo (101) de procesador de entrada puede añadir parámetros de transmisión al flujo de entrada y realizar la planificación para un módulo (102) BICM. El módulo (102) BICM puede añadir datos de entrelazado y redundancia para la corrección de error de canal de transmisión. Un formador (103) de tramas puede formar tramas añadiendo información de señalización de capa física y pilotos. Un modulador (104) puede realizar la modulación sobre símbolos de entrada en métodos eficaces. Un procesador (105) analógico puede realizar varios procesos para convertir las señales digitales de entrada en señales analógicas de salida.

La figura 35 muestra un ejemplo de un procesador de entrada. El flujo MPEG-TS o GSE de entrada puede transformarse mediante el preprocesador de entrada en un total de n flujos que se procesarán independientemente. Cada uno de esos flujos puede ser o bien una trama TS completa que incluye múltiples componentes de servicio o bien una trama TS mínima que incluye componente de servicio (es decir, vídeo o audio). Además, cada uno de esos flujos puede ser un flujo GSE que transmite servicios múltiples o un único servicio.

La interfaz (202-1) de entrada puede asignar un número de bits de entrada igual a la capacidad de campo de datos máximo de una trama de banda base (BB). Puede insertarse un relleno para completar la capacidad de bloque de código LDPC/BCH. El módulo (203-1) sincronizador de flujo de entrada puede proporcionar un mecanismo para regenerar, en el receptor, el reloj del flujo de transporte (o flujo genérico empaquetado), con el fin de garantizar un retardo y tasas de bit constantes de extremo a extremo.

Con el fin de permitir la recombinación de flujo de transporte sin requerir memoria adicional en el receptor, los flujos de transporte de entrada se retardan por compensadores (204-1~ n) de retardo que consideran parámetros de entrelazado de las PLP de datos en un grupo y la correspondiente PLP común. Los módulos (205-1~ n) de borrado de paquetes nulos pueden aumentar la eficacia de transmisión eliminando paquetes nulos insertados para un caso de servicio de VBR (tasa de bit variable). Los módulos (206-1~ n) de codificador de comprobación de redundancia cíclica (CRC) pueden añadir paridad CRC para aumentar la fiabilidad de transmisión de la trama BB. Los módulos (207-1~ n) de inserción de cabecera BB pueden añadir la cabecera de trama BB en una parte de comienzo de la trama BB. La información que puede incluirse la cabecera se muestra en la figura 36.

Un módulo (208) de fusionador/segmentador puede realizar segmentación de trama BB desde cada PLP, fusionando las tramas BB de múltiples PLP, y planificando cada trama BB dentro de una trama de transmisión. Por tanto, el módulo (208) de fusionador/segmentador puede emitir información de señalización L1 que se refiere a una asignación de PLP en la trama. Finalmente, un módulo (209) de aleatorizador BB puede aleatorizar los flujos de bits de entrada para minimizar la correlación entre los bits dentro de los flujos de bits. Los módulos sombreados en la figura 35 son módulos usados cuando el sistema de transmisión usa una única PLP, los demás módulos en la figura 35 son módulos usados cuando el dispositivo de transmisión usa múltiples PLP.

La figura 37 muestra una realización de módulo BICM. La figura 37a muestra una trayectoria de datos y la figura 37b muestra una trayectoria L1 de módulo BICM. Un módulo (301) de codificador externo y un módulo (303) de codificador interno pueden añadir redundancia a los flujos de bits de entrada para corrección de errores. Un módulo (302) de entrelazador externo y un módulo (304) de entrelazador interno pueden entrelazar bits para evitar el error en ráfaga. El módulo 32 de entrelazador externo puede omitirse si el BICM es específicamente para DVB-C2. Un módulo (305) de demultiplexador de bit puede controlar la fiabilidad de cada salida de bit del módulo (304) de entrelazador interno. Un módulo (306) de mapeador de símbolo puede mapear flujos de bits de entrada en flujos de símbolos. En este momento, es posible usar cualquiera de una QAM convencional, una MQAM que use el BRGC mencionado anteriormente para una mejora de rendimiento, una NU-QAM que use modulación no uniforme, o una NU-MQAM que use modulación no uniforme aplicada a BRGC para una mejora de rendimiento. Para construir un sistema que sea más robusto contra el ruido, pueden considerarse las combinaciones de modulaciones que usan MQAM y/o NU-MQAM dependiendo de la tasa de código del código de corrección de error y la capacidad de constelación. En este momento, el módulo (306) de mapeador de símbolo puede usar una constelación apropiada según la tasa de código y la capacidad de constelación. La figura 39 muestra un ejemplo de tales combinaciones.

El caso 1 muestra un ejemplo del uso de sólo NU-MQAM a baja tasa de código para la implementación de sistema simplificada. El caso 2 muestra un ejemplo de uso de constelación optimizada a cada tasa de código. El transmisor puede enviar información acerca de la tasa de código del código de corrección de error y la capacidad de constelación al receptor de manera que el receptor puede usar una constelación apropiada. La figura 40 muestra otro ejemplo de los casos en los que se considera la compatibilidad entre los sistemas convencionales. Además de los ejemplos, son posibles combinaciones adicionales para la optimización del sistema.

ES 2 374 649 T3

El módulo (307) de inserción de cabecera ModCod mostrado en la figura 37 puede tomar información de realimentación de codificación y modulación adaptativa (ACM)/codificación y modulación variable (VCM) y añadir información de parámetro usada en la codificación y modulación a un bloque FEC como cabecera. El tipo de modulación/cabecera de tasa de código (ModCod) puede incluir la siguiente información:

- 5 * Tipo de FEC (1 bit) - LDPC larga o corta
- * Tasa de código (3 bits)
- 10 * Modulación (3 bits) - hasta 64 K QAM
- * Identificador de PLP (8 bits)

15 El módulo (308) de entrelazador de símbolo puede realizar el entrelazado en el dominio de símbolo para obtener efectos de entrelazado adicionales. Procesos similares realizados en la trayectoria de datos pueden realizarse sobre la trayectoria de señalización L1 pero con parámetros (301-1~308-1) posiblemente diferentes. En este punto, puede usarse un módulo (303-1) de código acortado/perforado para código interno.

20 La figura 38 muestra un ejemplo de codificación LDPC usando acortamiento/perforación. El proceso de acortamiento puede realizarse en bloques de entrada que tienen menos bits que un número de bits requerido para la codificación LDPC puesto que muchos bits cero requeridos para la codificación LDPC pueden rellenarse (301c). Los flujos de bits de entrada rellenos con ceros pueden tener bits de paridad a través de la codificación LDPC (302c). En este momento, para flujos de bits que corresponden a flujos de bits originales, pueden eliminarse los ceros (303c) y para los flujos de bits de paridad, puede realizarse perforación (304c) según tasas de código. Estos flujos de bits de información y flujos de bits de paridad procesados pueden multiplexarse en secuencias originales y emitirse (305c).

La figura 41 muestra una estructura de trama que comprende el preámbulo para la señalización L1 y el símbolo de datos para datos de PLP. Puede verse que los símbolos de preámbulo y datos se generan cíclicamente, usando una trama como unidad. Los símbolos de datos comprenden el tipo 0 de PLP que se transmite usando una modulación/codificación fija y el tipo 1 de PLP que se transmite usando una modulación/codificación variable. Para el tipo 0 de PLP, información tal como modulación, tipo de FEC y tasa de código FEC se transmite en el preámbulo (véase la figura 42 para el módulo 401 de inserción de cabecera de trama). Para el tipo 1 de PLP, la información correspondiente puede transmitirse en la cabecera de bloque FEC de un símbolo de datos (véase la figura 37 para el módulo (307) de inserción de cabecera ModCod). Mediante la separación de tipos de PLP, la sobrecarga ModCod puede reducirse en un 3~4% desde una tasa de transmisión total, para el tipo 0 de PLP que se transmite a una tasa de transmisión de bits fija. En un receptor, para PLP de modulación/codificación fija de tipo 0 de PLP, el eliminador (r401) de cabecera de trama mostrado en la figura 63 puede extraer información sobre modulación y tasa de código FEC y proporcionar la información extraída a un módulo de decodificación BICM. Para PLP de codificación/modulación variable de tipo 1 de PLP, los módulos de extractor (r307, r307-1) ModCod mostrados en la figura 64 pueden extraer y proporcionar los parámetros necesarios para decodificación BICM.

La figura 42 muestra un ejemplo de un formador de tramas. La cabecera de trama puede incluir la siguiente información:

- 45 * Número de canales unidos (4 bits)
- * Intervalo de seguridad (2 bits)
- 50 * PAPR (2 bits)
- * Patrón piloto (2 bits)
- * Identificación de sistema digital (16 bits)
- 55 * Identificación de trama (16 bits)
- * Longitud de trama (16 bits) - número de símbolos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) por trama
- 60 * Longitud de supertrama (16 bits) - número de tramas por supertrama
- * número de PLP (8 bits)
- 65 * para cada PLP
- identificación de PLP (8 bits)

ES 2 374 649 T3

id de unión de canal (4 bits)

Inicio de PLP (9 bits)

5 Tipo de PLP (2 bits) - PLP común u otras

Tipo de carga útil de PLP (5 bits)

10 Tipo de MC (1 bit) - modulación & codificación fija/variable

si tipo MC = = modulación & codificación fija

tipo FEC (1 bit) - LDPC largo o corto

15 tasa de código (3 bits)

Modulación (3 bits) - hasta 64K QAM

fin si;

20 Número de canales de ranura (2 bits)

Para cada ranura

25 Inicio de ranura (9 bits)

Anchura de ranura (9 bits)

fin para;

30 Anchura de PLP (9 bits) - número máximo de bloques FEC de PLP

Tipo de entrelazado de tiempo PLP (2 bits)

35 fin para;

* CRC-32 (32 bits)

40 El entorno de unión de canal se supone para la información L1 transmitida en la cabecera de trama y los datos que corresponden a cada segmento de datos se definen como PLP. Por tanto, la información tal como identificador PLP, identificador de unión de canal, y dirección de inicio PLP se requieren para cada canal usado en la unión. Una realización de esta invención sugiere transmitir el campo ModCod en cabecera de trama FEC si el tipo de PLP soporta modulación/codificación variable y transmitir el campo ModCod en cabecera de trama si el tipo de PLP
45 soporta modulación/codificación fija para reducir la sobrecarga de señalización. Además, si existe una banda de ranura para cada PLP, al transmitir la dirección de inicio de la ranura y su anchura, puede volverse innecesario decodificar portadoras correspondientes en el receptor.

50 La figura 43 muestra un ejemplo de patrones piloto 5 (PP5) aplicado en un entorno de unión de canal. Como se muestra, si las posiciones SP son coincidentes con posiciones piloto de preámbulo, puede darse la estructura piloto irregular.

55 La figura 43a muestra un ejemplo de módulo (404) de inserción de piloto como se muestra en la figura 42. Como se representa en la figura 43, si se usa una banda de frecuencia única (por ejemplo, 8 MHz), el ancho de banda disponible es 7,61 MHz, pero si se unen bandas de frecuencia múltiples, pueden eliminarse las bandas de seguridad, por tanto, la eficacia de frecuencia puede aumentar enormemente. La figura 43b es un ejemplo de módulo (504) de inserción de preámbulo como se muestra en la figura 51 que se transmite en la parte frontal de la trama e incluso con unión de canal, el preámbulo tiene una tasa de repetición de 7,61 MHz, que es el ancho de banda de bloque L1. Ésta es una estructura que considera el ancho de banda de un sintonizador que realiza exploración de canal inicial.

60 Los patrones piloto existen tanto para los símbolos de preámbulo como de datos. Para el símbolo de datos, pueden usarse patrones (SP) sw piloto disperso. El patrón piloto 5 (PP5) y el patrón piloto 7 (PP7) de T2 pueden ser buenos candidatos para la interpolación de sólo frecuencia. PP5 tiene $x=12$, $y=4$, $z=48$ para $GI=1/64$ y PP7 tiene $x=24$, $y=4$, $z=96$ para $GI=1/128$. La interpolación de tiempo adicional también es posible para una mejor estimación de canal.
65 Los patrones piloto para el preámbulo pueden cubrir todas las posiciones piloto posibles para la adquisición inicial de canal. Además, las posiciones piloto de preámbulo deberían ser coincidentes con las posiciones SP y se desea un patrón piloto único tanto para el preámbulo como para SP. Los pilotos de preámbulo podrían usarse también para la interpolación de tiempo y todo preámbulo podría tener un patrón piloto idéntico. Estos requisitos son importantes para

ES 2 374 649 T3

la detección C2 en la exploración y necesarios para la estimación de desplazamiento de frecuencia con correlación de secuencia de aleatorización. En un entorno de unión de canal, la coincidencia en las posiciones piloto debería mantenerse también para la unión de canal ya que la estructura piloto irregular puede degradar el rendimiento de la interpolación.

5 En detalle, si una distancia z entre pilotos dispersos (SP) en un símbolo OFDM es 48 y si una distancia y entre SP correspondientes a un portador SP específico a lo largo del eje de tiempo es 4, una distancia x eficaz después de la interpolación de tiempo se vuelve 12. Esto es cuando una fracción de intervalo de seguridad (GI) es $1/64$. Si la fracción GI es $1/128$, puede usarse $x=24$, $y=4$ y $z=96$. Si se usa la unión de canal, las posiciones SP pueden hacerse coincidir
10 con las posiciones piloto de preámbulo al generar puntos no continuos en la estructura de piloto disperso.

En este momento, las posiciones piloto de preámbulo pueden coincidir con todas las posiciones SP de símbolo de datos. Cuando se usa la unión de canal, el segmento de datos en el que se transmite un servicio, puede determinarse sin tener en cuenta la granularidad del ancho de banda de 8 MHz. Sin embargo, para reducir la sobrecarga para direccionar
15 el segmento de datos, puede seleccionarse la transmisión para empezar en la posición SP y acabar en la posición SP.

Cuando un receptor recibe tales SP, si es necesario, el módulo (r501) de estimación de canal mostrado en la figura 62 puede realizar una interpolación de tiempo para obtener los pilotos mostrados con líneas de puntos en la figura
20 43 y realizar la interpolación de frecuencia. En este momento, para puntos no continuos cuyos intervalos se designan como 32 en la figura 43, tanto si se realizan interpolaciones a derecha e izquierda separadamente como interpolaciones en un solo lado entonces puede implementarse realizar la interpolación en el otro lado usando las posiciones piloto ya interpoladas cuyo intervalo es 12 como un punto de referencia. En este momento, la anchura del segmento de datos puede variar dentro de 7,61 MHz, por tanto, un receptor puede minimizar el consumo de energía realizando una
25 estimación de canal y decodificando únicamente las subportadoras necesarias.

La figura 44 muestra otro ejemplo de PP5 aplicado en entorno de unión de canal o una estructura de SP para mantener la distancia eficaz x como 12 para evitar la estructura SP irregular mostrada en la figura 43 cuando se usa una unión de canal. La figura 44 es una estructura de SP para símbolo de datos y la figura 44b es una estructura de SP
30 para símbolo de preámbulo.

Como se muestra, si la distancia SP se mantiene consistente en caso de unión de canal, no habrá problemas en la interpolación de frecuencia pero las posiciones piloto entre el símbolo de datos y el preámbulo pueden no coincidir. Dicho de otro modo, esta estructura no necesita una estimación de canal adicional para una estructura SP irregular, sin embargo, las posiciones SP usadas en unión de canal y las posiciones piloto de preámbulo se vuelven diferentes para
35 cada canal.

La figura 45 muestra una nueva estructura SP o PP5' para proporcionar una solución a los dos problemas previamente mencionados en el entorno de unión de canal. Específicamente, una distancia piloto de $x=16$ puede solucionar esos problemas. Para conservar la densidad piloto o para mantener la misma sobrecarga, un PP5' puede tener $x=16$, $y=3$, $z=48$ para $GI=1/64$ y un PP7' puede tener $x=16$, $y=6$, $z=96$ para $GI=1/128$. La capacidad de interpolación de sólo frecuencia todavía puede mantenerse. Las posiciones piloto se representan en la figura 45 por comparación con la estructura PP5.
40

La figura 46 muestra un ejemplo de un nuevo patrón SP o estructura PP5' en entorno de unión de canal. Como se muestra en la figura 46, si se usa cualquier canal o unión de canal único, puede proporcionarse una distancia piloto eficaz $x=16$. Además, como las posiciones SP pueden hacerse coincidir con las posiciones piloto de preámbulo, puede evitarse el deterioro de la estimación de canal provocado por la irregularidad SP o las posiciones SP no coincidentes. Dicho de otro modo, la posición SP no irregular existe para el interpolador de frecuencia y se proporciona coincidencia
50 entre el preámbulo y las posiciones SP.

Consecuentemente, los nuevos patrones SP propuestos pueden ser ventajosos porque un patrón SP único puede usarse para un canal tanto único como unido; no puede provocarse ninguna estructura piloto irregular, así es posible una buena estimación de canal; las posiciones SP piloto y de preámbulo pueden mantenerse coincidentes; la densidad piloto puede mantenerse igual que para PP5 y PP7 respectivamente; y la capacidad de interpolación de sólo frecuencia también puede conservarse.
55

Además, la estructura de preámbulo puede cumplir con los requisitos tal como las posiciones piloto de preámbulo deberían cubrir todas las posiciones SP posibles para la adquisición de canal inicial; el número máximo de portadoras debería ser 3409 (7,61 MHz) para la exploración inicial; deberían usarse exactamente los mismos patrones piloto y flujo de aleatorización para la detección C2; y no se requiere ningún preámbulo específico de detección como P1 en T2.
60

En términos de relación con estructura de trama, la granularidad de posición de segmento de datos puede modificarse hasta 16 portadoras en lugar de 12, por tanto, puede darse menos sobrecarga de direccionamiento de posición y no se esperan otros problemas en relación a la condición de segmento de datos, la condición de ranura nula, etc.
65

ES 2 374 649 T3

Por tanto, en el módulo (r501) de estimación de canal de la figura 62, los pilotos en todo preámbulo pueden usarse cuando se realiza interpolación de tiempo de SP de símbolo de datos. Por tanto, la adquisición de canal y estimación de canal en los límites de trama pueden mejorarse.

5 Ahora, considerando los requisitos referidos al preámbulo y a la estructura piloto, hay consenso en que las posiciones de pilotos de preámbulo y SP deberían coincidir independientemente de la unión de canal; el número de portadoras
10 totales en el bloque L1 debería poder dividirse por la distancia piloto para evitar una estructura irregular en el borde de banda; los bloques L1 deberían repetirse en el dominio de frecuencia; y los bloques L1 deberían siempre poder decodificarse en la posición de ventana de sintonizador arbitrario. Requisitos adicionales serían que las posiciones y patrones piloto deberían repetirse por períodos de 8 MHz; el desplazamiento de frecuencia de portadora correcto debería estimarse sin conocer la unión de canal; y la decodificación L1 (reordenar) es imposible antes que se compense el desplazamiento de frecuencia.

15 La figura 47 muestra una relación entre símbolo de datos y preámbulo cuando se usa la estructura de preámbulo como se muestran en la figura 52 y la figura 53. El bloque L1 puede repetirse en períodos de 6 MHz. Para la decodificación de L1, debería hallarse tanto el desplazamiento de frecuencia como el patrón de cambio de preámbulo. La decodificación de L1 no es posible en la posición de sintonizador arbitrario sin información de unión de canal y un receptor no puede diferenciar entre valor de cambio de preámbulo y desplazamiento de frecuencia.

20 Por tanto, necesita obtenerse un receptor, específicamente para el eliminador (r401) de cabecera de trama mostrado en la figura 63 para realizar estructura de unión de canal, de decodificación de señal L1. Puesto que la cantidad de cambio de preámbulo esperada en dos regiones sombreadas verticalmente en la figura 47 se conoce, el módulo (r505) sincronizador tiempo/frecuencia en la figura 62 puede estimar el desplazamiento de frecuencia de portadora. Basándose en la estimación, la trayectoria (r308-1~r301-1)) de señalización L1 en la figura 64 puede decodificar el
25 bloque L1.

La figura 48 muestra una relación entre símbolo de datos y preámbulo cuando se usa la estructura de preámbulo como se muestra en la figura 55. El bloque L1 puede repetirse en períodos de 8 MHz. Para decodificación L1, hay que encontrar el desplazamiento de sólo frecuencia y puede no requerirse el conocimiento de unión de canal. El
30 desplazamiento de frecuencia puede estimarse fácilmente usando la secuencia de secuencia binaria pseudoaleatoria (PRBS) conocida. Como se muestra la figura 48, los símbolos de preámbulo y datos están alineados, por tanto, buscar una sincronización adicional puede volverse innecesario. Por tanto, para un receptor, específicamente para el módulo (r401) eliminador de cabecera de trama mostrado en la figura 63, es posible que sólo el pico de correlación con secuencia de aleatorización piloto necesite obtenerse para realizar la decodificación de señal L1. El sincronizador (r505) de tiempo/frecuencia en la figura 29 puede estimar el desplazamiento de frecuencia de portadora desde la
35 posición de pico.

La figura 49 muestra un ejemplo de perfil de retardo de canal de cable.

40 Desde el punto de vista de diseño piloto, el GI actual ya sobreprotege la dispersión de retardo de canal de cable. En el peor de los casos, rediseñar el modelo de canal puede ser una opción. Para repetir el patrón exactamente cada 8 MHz, la distancia piloto debería ser un divisor de 3584 portadoras ($z=32$ o 56). Una densidad piloto de $z=32$ puede incrementar la sobrecarga piloto, por tanto, puede escogerse $z=56$. Una cobertura de retardo un poco menor puede no ser importante en el canal de cable. Por ejemplo, puede ser $8 \mu\text{s}$ para PP5' y $4 \mu\text{s}$ para PP7' en comparación con
45 $9,3 \mu\text{s}$ (PP5) y $4,7 \mu\text{s}$ (PP7). Retardos significativos pueden cubrirse por ambos patrones piloto incluso en el peor de los casos. Para la posición piloto de preámbulo, no son necesarias más que todas las posiciones SP en símbolo de datos.

50 Si la trayectoria de retardo de -40 dB puede ignorarse, la dispersión de retardo real puede volverse $2,5 \mu\text{s}$, $1/64 \text{ GI} = 7 \mu\text{s}$, o $1/128 \text{ GI} = 3,5 \mu\text{s}$. Esto muestra que el parámetro de distancia piloto, $z=56$ puede ser un valor lo suficientemente bueno. Además, $z=56$ puede ser un valor conveniente para estructurar el patrón piloto que permite la estructura de preámbulo mostrada en la figura 48.

55 La figura 50 muestra la estructura de piloto dispersa que usa $z=56$ y $z=112$ que se construye en el módulo 404 de inserción de pilotos en la figura 42. Se proponen PP5' ($x=14$, $y=4$, $z=56$) y PP7' ($x=28$, $y=4$, $z=112$). Podrían insertarse portadoras de borde para cerrar el borde.

Tal como se muestra en la figura 50, los pilotos están alineados a 8 MHz con respecto a cada borde de la banda, cada posición piloto y estructura piloto puede repetirse cada 8 MHz. Por tanto, esta estructura puede soportar la
60 estructura de preámbulo mostrada en la figura 48. Además, puede usarse una estructura piloto común entre símbolos de preámbulo y datos. Por tanto, el módulo r501 de estimación de canal en la figura 62 puede realizar estimación de canal usando interpolación en los símbolos de preámbulo y datos porque no puede producirse ningún patrón piloto irregular, independientemente de la posición de ventana que se decide por ubicaciones de segmento de datos. En este momento, el uso de interpolación de sólo frecuencia puede ser suficiente para compensar la distorsión de canal por
65 dispersión de retardo. Si adicionalmente se realiza interpolación temporal, puede realizarse una estimación de canal más precisa.

ES 2 374 649 T3

Consecuentemente, en el nuevo patrón piloto propuesto, la posición piloto y el patrón pueden repetirse basándose en un período de 8 MHz. Puede usarse un único patrón piloto para símbolos de preámbulo y datos. La decodificación L1 puede ser siempre posible sin conocimiento de la unión de canal. Además, el patrón piloto propuesto puede no afectar a la comunidad con T2 porque puede usarse la misma estrategia piloto de patrón piloto disperso; T2 ya usa 8 patrones piloto diferentes; y puede no aumentarse una complejidad de receptor significativa por patrones piloto modificados. Para una secuencia de aleatorización piloto, el período de PRBS puede ser 2047 (secuencia m); la generación PRBS puede reiniciarse cada 8 MHz, de los que el período es 3584; la tasa de repetición piloto de 56 también puede ser coprima con 2047; y puede no esperarse un problema de PAPR.

La figura 51 muestra un ejemplo de un modulador basado en OFDM. Los flujos de símbolo de entrada pueden transformarse en dominio de tiempo por el módulo (501) IFFT. En caso necesario, puede reducirse la relación entre potencia pico y promedio (PAPR) en el módulo (502) de reducción PAPR. Para métodos PAPR, puede usarse reserva de tono o extensión de constelación activa (ACE). El módulo (503) de inserción de GI puede copiar al menos parte de un símbolo OFDM eficaz para rellenar el intervalo de seguridad en forma de prefijo cíclico.

El módulo (504) de inserción de preámbulo puede insertar un preámbulo en el frente de cada trama transmitida de modo que un receptor pueda detectar una señal digital, trama y adquirir adquisición de desplazamiento de tiempo/frecuencia. En este momento, la señal de preámbulo puede realizar señalización de capa física tal como tamaño FFT (3 bits) y tamaño de intervalo de seguridad (3 bits). El módulo (504) de inserción de preámbulo puede omitirse si el modulador es específicamente para DVB-C2.

La figura 52 muestra un ejemplo de una estructura de preámbulo para unión de canal, generada en el módulo (504) de inserción de preámbulo en la figura 51. Un bloque L1 completo debería “poder decodificarse siempre” en cualquier posición de ventana de sintonización de 7,61 MHz arbitraria y no debería producirse pérdida de señalización L1 independientemente de la posición de ventana de sintonizador. Tal como se muestra, los bloques L1 pueden repetirse en dominio de frecuencia en períodos de 6 MHz. El símbolo de datos puede unirse por canal para cada 8 MHz. Si, para decodificación L1, un receptor usa un sintonizador tal como el sintonizador (r603) representado en la figura 61 que usa un ancho de banda de 7,61 MHz, el eliminador (r401) de cabecera de trama en la figura 63 necesita redistribuir el bloque L1 con cambio cíclico recibido (figura 53) a su forma original. Esta redistribución es posible porque el bloque L1 se repite para cada bloque de 6 MHz. La figura 53a puede reordenarse en la figura 53b.

La figura 54 muestra un proceso para diseñar un preámbulo más optimizado. La estructura de preámbulo de la figura 52 usa sólo 6 MHz del ancho de banda de sintonizador total de 7,61 MHz para la decodificación L1. En términos de eficacia espectral, el ancho de banda de sintonizador de 7,61 MHz no se utiliza completamente. Por tanto, puede haber una optimización adicional en la eficacia espectral.

La figura 55 muestra otro ejemplo de estructura de preámbulo o estructura de símbolos de preámbulo para la eficacia espectral total, que se genera en el módulo (401) de inserción de cabecera de trama en la figura 42. Justo como el símbolo de datos, los bloques L1 pueden repetirse en dominio de frecuencia en períodos de 8 MHz. Un bloque L1 completo sigue siendo todavía “siempre decodificable” en cualquier posición de ventana de sintonizador de 7,61 MHz arbitraria. Tras la sintonización, los datos de 7,61 MHz pueden considerarse como un código perforado de manera virtual. Teniendo exactamente el mismo ancho de banda para los símbolos de preámbulo y datos y exactamente la misma estructura piloto para los símbolos de preámbulo y datos se puede maximizar la eficacia espectral. Otras características tales como propiedad de cambio cíclico y no enviar el bloque L1 en caso de que no haya segmento de datos pueden mantenerse igual. Dicho de otro modo, el ancho de banda de los símbolos de preámbulo puede ser idéntico al ancho de banda de símbolos de datos o, tal como se muestra en la figura 57, el ancho de banda de los símbolos de preámbulo puede ser el ancho de banda del sintonizador (en este caso, es 7,61 MHz). El ancho de banda de sintonizador puede definirse como un ancho de banda que corresponde a un número de portadoras activas totales cuando se usa un único canal. Es decir, el ancho de banda del símbolo de preámbulo puede corresponder al número de portadoras activas totales (en este caso, es 7,61 MHz).

La figura 56 muestra un código perforado de manera virtual. Los datos de 7,61 MHz de entre el bloque L1 de 8 MHz pueden considerarse como de código perforado. Cuando un sintonizador (r603) mostrado en la figura 61 usa un ancho de banda de 7,61 MHz para decodificación L1, el eliminador (r401) de cabecera de trama en la figura 63 necesita redistribuir el bloque L1 con cambio cíclico, recibido en su forma original tal como se muestra en la figura 56. En este momento, se realiza decodificación L1 usando todo el ancho de banda del sintonizador. Una vez que se redistribuye el bloque L1, un espectro del bloque L1 redistribuido puede tener una región en blanco dentro del espectro tal como se muestra en el lado derecho superior de la figura 56 porque un tamaño original del bloque L1 es un ancho de banda de 8 MHz.

Una vez que la región en blanco se ha rellenado con ceros, o bien después de desentrelazado en dominio de símbolo por el desentrelazador (r403) de frecuencia en la figura 63 o por el desentrelazador (r308-1) de símbolo en la figura 64 o después de desentrelazado en dominio de bits por el demapeador (r306-1) de símbolo, el multiplexador (r305-1) de bit y el desentrelazador (r304-1) interno en la figura 64, el bloque puede tener una forma que aparece como perforada tal como se muestra en el lado derecho inferior de la figura 56.

Este bloque L1 puede decodificarse en el módulo (r303-1) de decodificación perforada/acortada en la figura 64. Mediante el uso de esta estructura de preámbulo, puede utilizarse todo el ancho de banda de sintonizador, así puede

ES 2 374 649 T3

umentarse la eficacia espectral y la ganancia de codificación. Además, puede usarse una estructura piloto y ancho de banda idéntico para los símbolos de preámbulo y datos.

Además, si el ancho de banda de preámbulo o si el ancho de banda de símbolos de preámbulo se fija como un ancho de banda de sintonizador tal como se muestra en la figura 58, (es de 7,61 MHz en el ejemplo), puede obtenerse un bloque L1 completo tras la redistribución incluso sin perforación. Dicho de otro modo, para una trama con símbolos de preámbulo, en la que los símbolos de preámbulo tienen al menos un bloque de capa 1 (L1), puede decirse, que el bloque L1 tiene 3408 subportadoras activas y las 3408 subportadoras activas corresponden a 7,61 MHz de una banda de radiofrecuencia (RF) de 8 MHz.

Por tanto, puede maximizarse la eficacia espectral y el rendimiento de decodificación L1. Dicho de otro modo, en un receptor, la decodificación puede realizarse en el módulo (r303-1) de decodificación perforada/acortada en la figura 31, después de realizar sólo desentrelazado en el dominio de símbolo.

Consecuentemente, la nueva estructura de preámbulo propuesta puede ser ventajosa porque es completamente compatible con el preámbulo usado previamente excepto en que el ancho de banda es diferente; los bloques L1 se repiten en períodos de 8 MHz; el bloque L1 siempre descodificarse independientemente de la posición de ventana de sintonizador; puede usarse un ancho de banda de sintonizador total para decodificación L1; una eficacia espectral máxima puede garantizar más ganancia de codificación; el bloque L1 incompleto puede considerarse como con codificación perforada; puede usarse una estructura piloto simple e igual tanto para el preámbulo como los datos; y puede usarse un ancho de banda idéntico tanto para el preámbulo como los datos.

La figura 59 muestra un ejemplo de un procesador analógico. Un módulo (601) DAC puede convertir una entrada de señal digital en una señal analógica. Después de la transmisión, el ancho de banda de frecuencia se convierte de manera ascendente (602) y puede transmitirse la señal (603) filtrada analógica.

La figura 60 muestra un ejemplo de un sistema de receptor digital. La señal recibida se convierte en una señal digital en un módulo (r105) de proceso analógico. Un demodulador (r104) puede convertir la señal en datos en dominio de frecuencia. Un analizador (r103) sintáctico de trama puede eliminar pilotos y cabeceras y permitir la selección de información de servicio que necesita decodificarse. Un demodulador (r102) BICM puede corregir errores en el canal de transmisión. Un procesador (r101) de salida puede restablecer la información de sincronización y el flujo de servicio transmitido originalmente.

La figura 61 muestra un ejemplo de procesador analógico usado en el receptor. Un módulo (r603) de sintonizador/AGC puede seleccionar un ancho de banda de frecuencia deseado a partir de la señal recibida. Un convertidor (r602) descendente puede restablecer la banda base. Un módulo (r601) ADC puede convertir la señal analógica en señal digital.

La figura 62 muestra un ejemplo de demodulador. Un módulo (r506) detector de trama puede detectar el preámbulo, comprobar si existe una señal digital correspondiente y detectar un inicio de una trama. Un módulo (r505) sincronizador de tiempo/frecuencia puede realizar sincronización en los dominios de tiempo y frecuencia. En este momento, para la sincronización de dominio de tiempo, puede usarse una correlación de intervalo de seguridad. Para la sincronización de dominio de frecuencia, puede usarse una correlación o el desplazamiento puede estimarse a partir de información de fase de una subportadora que se transmite en el dominio de frecuencia. Un módulo (r504) eliminador de preámbulo puede eliminar el preámbulo del frente de la trama detectada. Un módulo (r503) eliminador de GI puede eliminar el intervalo de seguridad. Un módulo (r501) FFT puede transformar la señal en el dominio de tiempo en una señal en el dominio de frecuencia. Un módulo (r501) de estimación/ecualización de canal puede compensar errores estimando la distorsión en el canal de transmisión usando un símbolo piloto. El módulo (r504) eliminador de preámbulo puede omitirse si el demodulador es específicamente para DVB-C2.

La figura 63 muestra un ejemplo de analizador sintáctico de trama. Un módulo (r404) eliminador de piloto puede eliminar símbolos piloto. Un módulo (r403) desentrelazador de frecuencia puede realizar desentrelazado en el dominio de frecuencia. Un fusionador (r402) de símbolo OFDM puede restablecer la trama de datos a partir de flujos de símbolo transmitidos en símbolos OFDM. Un módulo (r401) eliminador de cabecera de trama puede extraer señalización de capa física de la cabecera de cada trama y eliminar la cabecera. La información extraída puede usarse como parámetros para los siguientes procesos en el receptor.

La figura 64 muestra un ejemplo de un demodulador BICM. La figura 64a muestra una trayectoria de datos y la figura 64b muestra una trayectoria de señalización L1. Un desentrelazador (r308) de símbolo puede realizar desentrelazado en el dominio de símbolo. Un extractor (r307) ModCod puede extraer parámetros ModCod del frente de cada trama BB y hacer que los parámetros estén disponibles para los siguientes procesos de decodificación y demodulación variable/adaptativa. Un demapeador (r306) de símbolo puede demapear flujos de símbolo de entrada en flujos de razón de verosimilitud logarítmica (LLR) de bits. Los flujos de LLR de bits de salida pueden calcularse usando una constelación usada en un mapeador (306) de símbolo del transmisor como punto de referencia. En este punto, cuando se usa la MQAM o NU-MQAM mencionada anteriormente, calculando tanto el eje I como el eje Q cuando se calcula el bit más próximo a MSB y calculando o bien el eje I o el eje Q cuando se calcula el resto de bits, puede implementarse un demapeador de símbolo eficaz. Este método puede aplicarse a, por ejemplo, LLR aproximada, LLR exacta y decisión firme.

ES 2 374 649 T3

Cuando se usa una constelación optimizada según la capacidad de constelación y la tasa de código de código de corrección de error en el mapeador (306) de símbolo del transmisor, el demapeador (r306) de símbolo del receptor puede obtener una constelación usando la información de capacidad de constelación y tasa de código transmitida desde el transmisor. El multiplexador (r305) de bit del receptor puede realizar una función inversa del demultiplexador (305) de bit del transmisor. El desentrelazador (r304) interno y el desentrelazado (r302) externo del receptor pueden realizar funciones inversas del entrelazador (304) interno y el entrelazador (302) externo del transmisor, respectivamente para obtener el flujo de datos en su secuencia original. El desentrelazador (r302) externo puede omitirse si el demodulador BICM es específicamente para DVB-C2.

El decodificador (r303) interno y el decodificador (r301) externo del receptor pueden realizar procesos de decodificación correspondientes para el codificador (303) interno y el codificador (301) externo del transmisor, respectivamente, para corregir errores en el canal de transmisión. Pueden realizarse procesos similares realizados en la trayectoria de datos, en la trayectoria de señalización L1, pero con diferentes parámetros (r308-1~r301-1)). En este punto, tal como se explica en la parte del preámbulo, puede usarse un módulo (r303-1) de codificación acortada/perforada para la decodificación de señal L1.

La figura 65 muestra un ejemplo de decodificación LDPC usando acortamiento/perforación. Un demultiplexador (r301a) puede emitir por separado parte de paridad y parte de información de código sistemático de flujos de bits de entrada. Para la parte de información, un relleno (r302a) con ceros puede realizarse según un número de flujos de bits de entrada de decodificador LDPC, para la parte de paridad, pueden generarse flujos de bits de entrada para (r303a) el decodificador LDPC mediante desperforación de la parte perforada. La decodificación (r304a) LDPC puede realizarse en flujos de bits generados, y los ceros en la parte de información pueden eliminarse y emitirse (r305a).

La figura 66 muestra un ejemplo de procesador de salida. Un desaleatorizador (r209) BB puede restablecer flujos de bits aleatorizados (209) en el transmisor. Un divisor (r208) puede restablecer tramas BB que corresponden a múltiples PLP que se multiplexan y transmiten desde el transmisor según la trayectoria PLP. Para cada trayectoria PLP, los eliminadores (r207-1)~n de cabecera BB pueden eliminar la cabecera que se transmite en el frente de la trama BB. Un decodificador (r206-1~n) CRC puede realizar decodificación CRC y hacer que las tramas BB fiables estén disponibles para la selección. Un módulo (r205-1~n) de inserción de paquetes nulos puede restablecer los paquetes nulos que se eliminaron para una mayor eficacia de transmisión en su ubicación original. Un módulo (r204-1~n) de recuperación de retardo puede restablecer un retardo que existe entre cada trayectoria PLP.

Un módulo (r203-1~n) de recuperación de reloj de salida puede restablecer la sincronización original del flujo de servicio a partir de la información de sincronización transmitida desde el módulo (203-1~n) de sincronización de flujo de entrada. Un módulo (r202-1~n) de interfaz de salida puede restablecer los datos en el paquete TS/GS de los flujos de bits de entrada que se segmentan en la trama BB. Un módulo (r201-1~n) de procesado posterior de salida puede restablecer múltiples flujos TS/GS en un flujo TS/GS completo, en caso necesario. Los bloques sombreados mostrados en la figura 66 representan módulos que pueden usarse cuando se procesa una única PLP de una vez y el resto de bloques representan módulos que pueden usarse cuando se procesan múltiples PLP al mismo tiempo.

Los patrones piloto de preámbulo se diseñaron con cuidado para evitar un aumento de PAPR, por tanto, es necesario considerar si la tasa de repetición L1 puede aumentar PAPR. El número de bits de información L1 varía dinámicamente según la unión de canal, el número de PLP, etc. En detalle, es necesario considerar cosas tales como que el tamaño de bloque L1 fijo puede introducir una sobrecarga innecesaria; la señalización L1 debería protegerse más que los símbolos de datos; y el entrelazado de tiempo de bloque L1 puede mejorar la robustez sobre el deterioro de canal tal como la necesidad de ruido impulsivo.

Para una tasa de repetición de bloque L1 de 8 MHz, tal como se muestra en la figura 67, la eficacia espectral total (aumento de un 26,8% de BW) se muestra con perforación virtual, pero PAPR puede aumentarse porque el ancho de banda L1 es el mismo que el de los símbolos de datos. Para la tasa de repetición de 8 MHz, puede usarse entrelazado de frecuencia 4K-FFT DVB-T2 para la comunidad y el mismo patrón puede repetirse en sí mismo en un período de 8 MHz tras el entrelazado.

Para una tasa de repetición de bloque L1 de 6 MHz, tal como se muestra en la figura 68, puede mostrarse una eficacia espectral reducida sin perforación virtual. Puede producirse un problema similar de PAPR como para el caso de 8 MHz puesto que los anchos de banda de símbolo de datos y L1 comparten LCM=24 MHz. Para la tasa de repetición de 6 MHz, puede usarse entrelazado de frecuencia 4K-FFT DVB-T2 para la comunidad y el mismo patrón puede repetirse en sí mismo en un período de 24 MHz tras el entrelazado.

La figura 69 muestra una nueva tasa de repetición de bloque L1 de 7,61 MHz o ancho de banda de sintonizador total. Puede obtenerse una eficacia espectral total (aumento de un 26,8% de BW) sin perforación virtual. Puede no haber un problema de PAPR puesto que los anchos de banda de símbolo de datos y L1 comparten LCM=1704 MHz. Para la tasa de repetición de 7,61 MHz, puede usarse entrelazado de frecuencia 4K-FFT DVB-T2 para la comunidad y el mismo patrón puede repetirse en sí mismo en períodos de aproximadamente 1704 MHz tras el entrelazado.

ES 2 374 649 T3

La figura 70 es un ejemplo de señalización L1 que se transmite en la cabecera de trama. Cada información en señalización L1 puede transmitirse al receptor y puede usarse como un parámetro de decodificación. Especialmente, la información puede usarse en la trayectoria de señal L1 mostrada en la figura 64 y las PLP pueden transmitirse en cada segmento de datos. Puede obtenerse una robustez aumentada para cada PLP.

La figura 72 es un ejemplo de un entrelazador (308-1) de símbolo tal como se muestra en la trayectoria de señalización L1 en la figura 37 y también puede ser un ejemplo de su desentrelazador (r308-1) de símbolo correspondiente tal como se muestra en la trayectoria de señalización L1 en la figura 64. Los bloques con líneas oblicuas representan los bloques L1 y los bloques lisos representan portadoras de datos. Los bloques L1 pueden transmitirse no sólo dentro de un único preámbulo, sino que también pueden transmitirse dentro de múltiples bloques OFDM. Dependiendo de un tamaño de bloque L1, el tamaño del bloque de entrelazado puede variar. Dicho de otro modo, num_L1_sym y L1_span pueden ser diferentes entre sí. Para minimizar una sobrecarga innecesaria, los datos pueden transmitirse dentro del resto de portadoras de los símbolos OFDM en los que se transmite el bloque L1. En este punto, puede garantizarse una eficacia espectral total porque el ciclo de repetición del bloque L1 sigue siendo un ancho de banda de sintonizador total. En la figura 72, los números en bloques con líneas oblicuas representan el orden de bit dentro de un único bloque LDPC.

Consecuentemente, cuando los bits se escriben en una memoria de entrelazado en la dirección de fila según un índice de símbolo tal como se muestra en la figura 72 y se leen en la dirección de columna según un índice de portadora, puede obtenerse un efecto de entrelazado de bloque. Dicho de otro modo, puede entrelazarse un bloque LDPC en el dominio de tiempo y el dominio de frecuencia y entonces puede transmitirse. Num_L1_sym puede ser un valor predeterminado, por ejemplo, un número entre 2-4 puede fijarse como un número de símbolos OFDM. En este punto, para aumentar la granularidad del tamaño de bloque L1, puede usarse un código LDPC perforado/acortado que tenga una longitud mínima de la palabra de código para protección L1.

La figura 73 es un ejemplo de una transmisión de bloque L1. La figura 73 ilustra la figura 72 en dominio de trama. Tal como se muestra en el lado izquierdo de la figura 73, los bloques L1 pueden abarcar el ancho de banda de sintonizador total o tal como se muestra en el lado derecho de la figura 73, los bloques L1 pueden abarcarse de manera parcial y el resto de las portadoras pueden usarse para portadora de datos. En cualquier caso, puede observarse que la tasa de repetición del bloque L1 puede ser idéntica a un ancho de banda de sintonizador total. Además, para los símbolos OFDM que usan señalización L1 incluyendo el preámbulo, puede realizarse entrelazado de sólo símbolo mientras que no se permite una transmisión de datos en esos símbolos OFDM. Consecuentemente, para el símbolo OFDM usado para señalización L1, un receptor puede realizar decodificación L1 realizando desentrelazado sin decodificación de datos. En este punto, el bloque L1 puede transmitir señalización L1 de trama actual o señalización L1 de una trama posterior. En el lado de receptor, los parámetros L1 decodificados de la trayectoria de decodificación de señalización L1 mostrada en la figura 64 pueden utilizarse para el proceso de decodificación para la trayectoria de datos del analizador sintáctico de trama de la trama posterior.

Resumiendo, en un transmisor, puede realizarse un entrelazado de bloques de la región L1 escribiendo bloques en una memoria en una dirección de fila y leyendo los bloques escritos de la memoria en una dirección de columna. En un receptor, puede realizarse desentrelazado de bloques de la región L1 escribiendo bloques en una memoria en una dirección de columna y leyendo los bloques escritos de la memoria en una dirección de fila. Las direcciones de lectura y escritura del transmisor y receptor pueden intercambiarse.

Cuando se realiza simulación con suposiciones tales como $CR=1/2$ para protección L1 y para comunidad de T2; puede obtenerse mapeo de símbolo 16-QAM; densidad piloto de 6 en el preámbulo; número de LDPC corta implica que se realiza una cantidad requerida de perforación/acortamiento, los resultados o conclusiones tales como sólo preámbulo para transmisión L1 pueden no ser suficientes; el número de símbolos OFDM depende de la cantidad del tamaño de bloque L1; puede usarse la palabra de código LDPC más corta (por ejemplo información de 192 bits) entre el código acortado/perforado para flexibilidad y granularidad fina; y el relleno puede añadirse si se requiere con una sobrecarga despreciable. El resultado se resume en la figura 71.

Consecuentemente, para una tasa de repetición de bloque L1, el ancho de banda de sintonizador total sin perforación virtual puede ser una buena solución y aún puede no surgir un problema de PAPR con eficacia espectral total. Para señalización L1, una estructura de señalización eficaz puede permitir una configuración máxima en un entorno de unión de 8 canales, 32 ranuras, 256 segmentos de datos y 256 PLP. Para la estructura de bloque L1, puede implementarse una señalización L1 flexible según el tamaño de bloque L1. El entrelazado de tiempo puede realizarse para una mejor robustez para comunidad de T2. Menos sobrecarga puede permitir transmisión de datos en el preámbulo.

El entrelazado de bloque del bloque L1 puede realizarse para mejor robustez. El entrelazado puede realizarse con un número predefinido fijo de símbolos L1 (num_L1_sym) y un número de portadoras abarcadas por L1 como parámetro (L1_span). La misma técnica se usa para entrelazado de preámbulo P2 en DVB-T2.

Puede usarse un bloque L1 de tamaño variable. El tamaño es adaptable a la cantidad de bits de señalización L1, dando como resultado una sobrecarga reducida. Puede obtenerse eficacia espectral total sin problema de PAPR. Repetición de menos de 7,61 MHz puede significar que puede enviarse más redundancia pero sin usar. No puede surgir un problema de PAPR por la tasa de repetición de 7,61 MHz para el bloque L1.

ES 2 374 649 T3

La figura 74 es otro ejemplo de señalización L1 transmitida dentro de una cabecera de trama. Esta figura 74 es diferente de la figura 70 porque el campo L1_span que tiene 12 bits se divide en dos campos. Dicho de otro modo, el campo L1_span se divide en L1_column que tiene 9 bits y L1_row que tiene 3 bits. L1_column representa el índice de portadora que abarca L1. Como el segmento de datos comienza y finaliza cada 12 portadoras, que es la densidad de piloto, los 12 bits de sobrecarga pueden reducirse 3 bits hasta alcanzar 9 bits.

L1_row representa el número de símbolos OFDM que abarca L1 cuando se aplica entrelazado de tiempo. Consecuentemente, puede realizarse entrelazado de tiempo dentro de un área de L1_columns multiplicada por L1_rows. Alternativamente, puede transmitirse un tamaño total de bloques L1 de manera que puede usarse L1_span mostrado en la figura 70 cuando no se realiza entrelazado de tiempo. Para un caso tal, el tamaño de bloque L1 es de 11.776 x 2 bits en el ejemplo, por tanto 15 bits es suficiente. Consecuentemente, el campo L1_span puede estar compuesto por 15 bits.

La figura 75 es un ejemplo de entrelazado/desentrelazado de frecuencia o tiempo. La figura 75 muestra una parte de una trama de transmisión completa. La figura 75 también muestra la unión de múltiples anchos de banda de 8 MHz. Una trama puede consistir en un preámbulo que transmite bloques L1 y un símbolo de datos que transmite datos. Las diferentes clases de símbolos de datos representan segmentos de datos para diferentes servicios. Tal como se muestra en la figura 75, el preámbulo transmite bloques L1 para cada 7,61 MHz.

Para el preámbulo, se realiza entrelazado de frecuencia o tiempo dentro de bloques L1 y no se realiza entre bloques L1. Es decir, para el preámbulo, puede decirse que el entrelazado se realiza a nivel del bloque L1. Esto permite decodificar los bloques L1 transmitiendo los bloques L1 dentro de un ancho de banda de ventana de sintonizador aunque se haya movido la ventana de sintonizador a una ubicación aleatoria dentro de un sistema de unión de canal.

Para la decodificación de símbolo de datos a un ancho de banda de ventana de sintonizador aleatorio, no debe producirse entrelazado entre segmentos de datos. Es decir, para segmentos de datos, puede decirse que el entrelazado se realiza a nivel de segmento de datos. Consecuentemente, deben realizarse entrelazado de frecuencia y entrelazado de tiempo dentro de un segmento de datos. Por tanto, un entrelazador (308) de símbolo en una trayectoria de datos de un módulo BICM de transmisor tal como se muestra en la figura 37 puede realizar entrelazado de símbolo para cada segmento de datos. Un entrelazador (308-1) de símbolo en una trayectoria de señal L1 puede realizar entrelazado de símbolo para cada bloque L1.

Es necesario que un entrelazador (403) de frecuencia mostrado en la figura 42 realice el entrelazado en los símbolos de preámbulo y datos por separado. Específicamente, para el preámbulo, puede realizarse entrelazado de frecuencia para cada bloque L1 y para símbolo de datos, puede realizarse entrelazado de frecuencia para cada segmento de datos. En este punto, puede no realizarse entrelazado de tiempo en la trayectoria de datos o trayectoria de señal L1 considerando un modo de baja latencia.

La figura 76 es una tabla que analiza la sobrecarga de la señalización L1 que se transmite en una cabecera FECFRAME en el módulo (307) de inserción de cabecera ModCod en la trayectoria de datos del módulo BICM tal como se muestra en la figura 76. Tal como se observa en la figura 76, para bloque LDPC corto (tamaño=16200), puede producirse una sobrecarga máxima del 3,3% que puede no ser despreciable. En el análisis, se suponen 45 símbolos para la protección FECFRAME y el preámbulo es una señalización L1 específica de trama C2 y la cabecera FECFRAME es señalización L1 específica de FECFRAME, es decir, identificador PLP, Mod y Cod.

Para reducir la sobrecarga de L1, pueden considerarse planteamientos según dos tipos de segmentos de datos. Para los casos de tipo ACM/NCM y múltiples PLP, puede mantenerse igual la trama que para la cabecera FECFRAME. Para los casos de tipo ACM/VCM y único PLP, el identificador PLP puede eliminarse de la cabecera FECFRAME, dando como resultado hasta el 1,8% de reducción de sobrecarga. Para los casos de tipo CCM y múltiples PLP, el campo Mod/Cod puede eliminarse de la cabecera FECFRAME, dando como resultado hasta el 1,5% de reducción de sobrecarga. Para los casos de tipo CCM y única PLP, no se requiere cabecera FECFRAME, por tanto, puede obtenerse hasta el 3,3% de reducción de sobrecarga.

En una señalización L1 acortada, puede transmitirse o bien el identificador Mod/Cod (7 bits) o bien PLP (8 bits), pero puede ser demasiado corto para obtener alguna ganancia de codificación. Sin embargo, es posible que no se requiera sincronización porque las PLP pueden alinearse con la trama de transmisión C2; puede conocerse cada Mod-Cod de cada PLP a partir del preámbulo; y un sencillo cálculo puede permitir la sincronización con la FECFRAME específica.

La figura 77 muestra una estructura para una cabecera FECFRAME para minimizar la sobrecarga. En la figura 77, los bloques con líneas oblicuas y el formador FECFRAME representan un diagrama de bloques detallado del módulo (307) de inserción de cabecera ModCod en la trayectoria de datos del módulo BICM tal como se muestra en la figura 37. Los bloques lisos representan un ejemplo de módulo (303) de codificación interno, entrelazador (304) interno, demultiplexador (305) de bit, y mapeador (306) de símbolo en la trayectoria de datos del módulo BICM tal como se muestra en la figura 37. En este punto, puede realizarse señalización L1 acortada porque CCM no requiere un campo Mod/Cod y una única PLP no requiere un identificador PLP. En esta señal L1 con un número reducido de bits, la señal L1 puede repetirse tres veces en el preámbulo y puede realizarse modulación BPSK, por tanto, es

ES 2 374 649 T3

posible una señalización muy robusta. Finalmente, el módulo (307) de inserción de cabecera ModCod puede insertar la cabecera generada en cada trama FEC. La figura 84 muestra un ejemplo del módulo (r307) de extracción ModCod en la trayectoria de datos del módulo de demodulación BICM mostrado en la figura 64.

5 Tal como se muestra en la figura 84, la cabecera FECFRAME puede analizarse sintácticamente (r301b), luego los símbolos que transmiten información idéntica en símbolos repetidos pueden retardarse, alinearse, y luego combinarse (r302b combinación de rake). Finalmente, cuando se realiza demodulación (r303b) BPSK, puede restablecerse el campo de señal L1 recibido y este campo de señal L1 restablecido puede enviarse al controlador de sistema para usarse como parámetros para decodificación. FECFRAME analizada sintácticamente puede enviarse al demapeador de símbolo.

10 La figura 78 muestra un rendimiento de tasa de error de bit (BER) de la protección L1 mencionada anteriormente. Puede observarse que se obtiene aproximadamente 4,8 dB de ganancia SNR a través de una repetición de tres veces. La SNR requerida es de 8,7 dB a BER = 1E-11.

15 La figura 79 muestra ejemplos de estructuras de trama FEC y de trama de transmisión. Las estructuras de trama FEC mostradas en el lado derecho superior de la figura 79 representan la cabecera FECFRAME insertada por el módulo (307) de inserción de cabecera ModCod en la figura 37. Puede observarse que dependiendo de diversas combinaciones de condiciones es decir, tipo CCM o ACM/VCM y única o múltiples PLP, puede insertarse un tamaño diferente de cabeceras. Ahora bien, puede no insertarse ninguna cabecera. Pueden formarse tramas de transmisión formadas según los tipos de segmento de datos y mostradas en el lado izquierdo inferior de la figura 79 mediante el módulo (401) de inserción de cabecera de trama del formador de trama tal como se muestra en la figura 42 y el módulo (208) fusionador/segmentador del procesador de entrada mostrado en la figura 35. En este punto, FECFRAME puede transmitirse según diferentes tipos de segmento de datos. Usando este método, puede reducirse un máximo del 3,3% de sobrecarga. En el lado derecho superior de la figura 79, se muestran cuatro tipos diferentes de estructuras, pero un experto en la técnica entendería que éstos son sólo ejemplos, y puede usarse cualquiera de estos tipos o sus combinaciones para el segmento de datos.

20 En el lado de receptor, el módulo (r401) de eliminación de cabecera de trama del módulo de analizador sintáctico de trama tal como se muestra en la figura 63 y el módulo (r307) de extracción ModCod del módulo de demodulación BICM mostrado en la figura 64 puede extraer un parámetro de campo ModCod que se requiere para la decodificación. En este punto, según los tipos de transmisión de segmento de datos, pueden extraerse parámetros de trama. Por ejemplo, para el tipo CCM, pueden extraerse parámetros a partir de la señalización L1 que se transmite en el preámbulo y para el tipo ACM/VCM, pueden extraerse parámetros de la cabecera FECFRAME.

25 Tal como se muestra en el lado derecho superior de la figura 79, la estructura FECFRAME puede dividirse en dos grupos, siendo el primer grupo las tres estructuras de trama superiores con cabecera y siendo el segundo grupo la última estructura de trama sin cabecera.

30 La figura 80 muestra un ejemplo de señalización L1 que puede transmitirse dentro del preámbulo por el módulo (401) de inserción de cabecera de trama del módulo de formador de trama mostrado en la figura 42. Este señalización L1 es diferente de la señalización L1 anterior porque el tamaño del bloque L1 puede transmitirse en bits (L1_size, 14 bits); es posible activar/desactivar el entrelazado de tiempo en el segmento de datos (dslice_time_intrlv, 1 bit); y definiendo el tipo de segmento de datos (dslice_type, 1 bit), se reduce la sobrecarga de la señalización L1. En este punto, cuando el tipo de segmento de datos es CCM, el campo Mod/Cod puede transmitirse dentro del preámbulo en vez de dentro de la cabecera FECFRAME (plp_mod (3 bits), plp_fec_type (1 bit), plp_cod (3 bits)).

35 En el lado de receptor, el decodificador (r303-1) interno acortado/perforado del demodulador BICM tal como se muestra en la figura 64 puede obtener el primer bloque LDPC, que tiene un tamaño de bloque L1 fijo, transmitirse dentro del preámbulo, a través de decodificación. Los números y el tamaño del resto de los bloques LDPC también pueden obtenerse.

40 Puede usarse entrelazado de tiempo cuando múltiples símbolos OFDM son necesarios para la transmisión L1 o cuando existe un segmento de datos con entrelazado de tiempo. Es posible una activación/desactivación flexible del entrelazado de tiempo con una etiqueta de entrelazado. Para entrelazado de tiempo del preámbulo, puede requerirse una etiqueta de entrelazado de tiempo (1 bit) y un número de símbolos OFDM entrelazados (3 bits), por tanto, puede protegerse un total de 4 bits de manera similar a una cabecera FECFRAME acortada.

45 La figura 81 muestra un ejemplo de preseñalización L1 que puede realizarse en el módulo (307-1) de inserción de cabecera ModCod en la trayectoria de datos de módulo BICM mostrado en la figura 37. Los bloques con líneas oblicuas y el formador de preámbulo son ejemplos del módulo (307-1) de inserción de cabecera ModCod en la trayectoria de señalización L1 del módulo BICM mostrado en la figura 34. Los bloques lisos son ejemplos del módulo 401 de inserción de cabecera de trama del formador de trama tal como se muestra en la figura 42.

50 Además, los bloques lisos pueden ser ejemplos de módulo (303-1) de codificación acortada/perforada interno, entrelazador (304-1) interno, demultiplexador (305-1) de bit, y mapeador (306-1) de símbolo en la trayectoria de señalización L1 del módulo de BICM mostrado en la figura 37.

Tal como se observa en la figura 81, la señal L1 que se transmite en el preámbulo puede protegerse usando codificación LDPC acortada/perforada. Pueden insertarse parámetros relacionados en la cabecera en forma de pre-L1. En este punto, sólo pueden transmitirse parámetros de entrelazado de tiempo en la cabecera del preámbulo. Para garantizar más robustez, puede realizarse una repetición de cuatro veces. En el lado de receptor, para poder decodificar la señal L1 que se transmite en el preámbulo, el módulo (r307-1) de extracción ModCod en la trayectoria de señalización L1 del demodulador BICM tal como se muestra en la figura 64 es necesario usar el módulo de decodificación mostrado en la figura 84. En este punto, debido a que hay una repetición de cuatro veces a diferencia de la cabecera FECFRAME de decodificación anterior, se requiere un proceso de recepción de rastrillo que sincronice los símbolos repetidos cuatro veces y añada los símbolos.

La figura 82 muestra una estructura de L1 el bloque de señalización que se transmite desde el módulo (401) de inserción de cabecera de trama del módulo de formador de trama tal como se muestra en la figura 42. Muestra un caso en el que no se usa entrelazado de tiempo en un preámbulo. Tal como se muestra en la figura 82, puede transmitirse una clase diferente de bloques LDPC en el orden de las portadoras. Una vez que se forma y se transmite un símbolo OFDM entonces se forma y se transmite un símbolo OFDM siguiente. Para el último símbolo OFDM que ha de transmitirse, si queda alguna portadora, esas portadoras pueden usarse para la transmisión de datos o pueden rellenarse de manera simulada. El ejemplo en la figura 82 muestra un preámbulo que comprende tres símbolos OFDM. En un lado de receptor, para este caso de no entrelazado, puede saltarse el desentrelazador (r308-1) de símbolo en la trayectoria de señalización L1 del demodulador BICM tal como se muestra en la figura 64.

La figura 83 muestra un caso en el que se realiza entrelazado de tiempo L1. Tal como se muestra en la figura 83, puede realizarse entrelazado de bloque de modo que se forme un símbolo OFDM para índices de portadora idénticos, formando entonces un símbolo OFDM para los siguientes índices de portadora. Como en el caso en el que no se realiza entrelazado, si queda alguna portadora, esas portadoras pueden usarse para la transmisión de datos o pueden rellenarse de manera simulada. En un lado de receptor, para este caso de no entrelazado, el desentrelazador (r308-1) de símbolo en la trayectoria de señalización L1 del demodulador BICM mostrado en la figura 64 puede realizar desentrelazado de bloque leyendo bloques LDPC en orden creciente de números de los bloques LDPC.

Además, puede haber al menos dos tipos de segmentos de datos. El tipo 1 de segmento de datos tiene $d_slice_type = 0$ en los campos de señalización L1. Este tipo de segmento de datos no tiene cabecera XFECFrame y tiene sus valores de mod/cod en campos de señalización L1. El tipo 2 de segmento de datos tiene $d_slice_type = 1$ en campos de señalización L1. Este tipo de segmento de datos tiene cabecera XFECFrame y tiene sus valores de mod/cod en la cabecera XFECFrame.

XFECFrame significa trama XFEC (*complex Forward Error Correction*, corrección de errores hacia delante compleja) y mod/cod significa tipo de modulación/tasa de código.

En un receptor, un analizador sintáctico de trama puede formar una trama a partir de señales demoduladas. La trama tiene símbolos de datos y los símbolos de datos pueden tener un primer tipo de segmento de datos que tiene una XFECFrame y una cabecera XFECFrame y un segundo tipo de segmento de datos que tiene XFECFrame sin cabecera XFECFrame. Además, un receptor puede extraer un campo para indicar si realizar desentrelazado de tiempo en los símbolos de preámbulo o no realizar desentrelazado de tiempo en los símbolos de preámbulo, a partir de L1 de los símbolos de preámbulo.

En un transmisor, un formador de tramas puede formar una trama. Los símbolos de datos de la trama comprenden un primer tipo de segmento de datos que tiene una XFECFrame y una cabecera XFECFrame y un segundo tipo de segmento de datos que tiene XFECFrame sin cabecera XFECFrame. Además, un campo para indicar si realizar entrelazado de tiempo en símbolos de preámbulo o no realizar entrelazado de tiempo en símbolos de preámbulo pueden insertarse en L1 de los símbolos de preámbulo.

En último lugar, para código acortado/perforado para el módulo (401) de inserción de cabecera de trama del formador de trama mostrado en la figura 42, puede determinarse un tamaño mínimo de palabra de código que puede obtener ganancia de codificación y puede transmitirse en un primer bloque LDPC. De esta manera, para el resto de bloques LDPC puede obtenerse el tamaño a partir de ese tamaño de bloque L1 transmitido.

La figura 85 muestra otro ejemplo de preseñalización L1 que puede transmitirse desde el módulo (307-1) de inserción de cabecera ModCod en la trayectoria de señalización L1 del módulo de BICM mostrado en la figura 37. La figura 85 es diferente de la figura 81 porque se ha modificado el mecanismo de protección de parte de cabecera. Tal como se observa en la figura 85, la información de tamaño de bloque L1 $L1_size$ (14 bits) no se transmite en el bloque L1, sino que se transmite en la cabecera. En la cabecera, también puede transmitirse información de entrelazado de tiempo de 4 bits. Para un total de 18 bits de entrada, se usa código BCH (45, 18) que emite 45 bits y se copia a las dos trayectorias y finalmente, se realiza mapeo QPSK. Para la trayectoria Q, puede realizarse un cambio cíclico de 1 bit para ganancia de diversidad y modulación PRBS según la palabra de sincronización. Puede emitirse un total de 45 símbolos QPSK desde estas entradas de trayectoria I/Q. En este punto, si se fija la profundidad de entrelazado de tiempo como un número de preámbulos que se requiere para transmitir el bloque L1, puede no ser necesario transmitir $L1_span$ (3 bits) que indica la profundidad de entrelazado de tiempo. Dicho de otro modo, sólo puede transmitirse etiqueta de activación/desactivación de entrelazado de tiempo (1 bit). En un lado de receptor, comprobando sólo un número de preámbulos transmitidos, sin usar $L1_span$, puede obtenerse la profundidad de desentrelazado de tiempo.

ES 2 374 649 T3

La figura 86 muestra un ejemplo de programación de bloque de señalización L1 que se transmite en el preámbulo. Si un tamaño de información L1 que puede transmitirse en un preámbulo es N_{max} , cuando el tamaño L1 es menor que N_{max} , un preámbulo puede transmitir la información. Sin embargo, cuando el tamaño L1 es mayor que N_{max} , la información L1 puede dividirse equitativamente de manera que el subbloque L1 dividido sea menor que N_{max} , entonces el subbloque L1 dividido puede transmitirse en un preámbulo. En este punto, para una portadora que no se usa debido a que la información L1 es menor que N_{max} , no se transmiten datos.

Más bien, tal como se muestra en la figura 88, puede aumentarse la potencia de las portadoras en las que se transmite el bloque L1 para mantener una señal total de potencia de preámbulo igual a la potencia de símbolo de datos. Puede variarse el factor de aumento de potencia dependiendo del tamaño L1 transmitido y un transmisor y un receptor puede tener un valor fijado de este factor de aumento de potencia. Por ejemplo, si sólo se usan la mitad de las portadoras totales, el factor de aumento de potencia puede ser de dos.

La figura 87 muestra un ejemplo de preseñalización L1 cuando se considera el aumento de potencia. En comparación con la figura 85, puede observarse que la potencia del símbolo QPSK puede aumentarse y enviarse al formador de preámbulo.

La figura 89 muestra otro ejemplo de módulo (r307)-1 de extracción ModCod en la trayectoria de señalización L1 del módulo de demodulación BICM mostrado en la figura 64. A partir del símbolo de preámbulo de entrada, puede emitirse la FECFRAME de señalización L1 al demapeador de símbolo y sólo puede decodificarse parte de la cabecera.

Para el símbolo de preámbulo de entrada, puede realizarse demapeo QPSK y puede obtenerse el valor de la razón de verosimilitud logarítmica (LLR). Para la trayectoria Q, puede realizarse demodulación PRBS según la palabra de sincronización y puede realizarse un proceso inverso del cambio cíclico de 1 bit para restablecimiento.

Estos dos valores de trayectoria I/Q alineados pueden combinarse y puede obtenerse la ganancia SNR. La emisión de decisión firme puede introducirse en el decodificador de BCH. El decodificador de BCH puede restablecer 18 bits de L1 previo de los 45 bits de entrada.

La figura 90 muestra un extractor ModCod homólogo de un receptor. En comparación con la figura 89, puede realizarse un control de potencia en símbolos de entrada de demapeador QPSK para restablecer desde el nivel de potencia aumentado por el transmisor hasta su valor original. En este punto, puede realizarse un control de potencia considerando un número de portadoras usadas para señalización L1 en un preámbulo y tomando la inversa del factor de aumento de potencia obtenido de un transmisor. El factor de aumento de potencia fija la potencia del preámbulo y la potencia de símbolo de datos idénticas entre sí.

La figura 91 muestra un ejemplo de presincronización L1 que puede realizarse en el módulo (r307)-1 de extracción ModCod en la trayectoria de señalización L1 del módulo de demodulación BICM mostrado en la figura 64. Esto es un proceso de sincronización para obtener una posición inicial de cabecera en un preámbulo. Los símbolos de entrada pueden someterse a demapeo QPSK entonces para la trayectoria Q de salida, puede realizarse una inversa del cambio cíclico de 1 bit y puede realizarse alineación. Pueden multiplicarse dos valores de trayectorias I/Q y pueden demodularse valores modulados por preseñalización L1. Por tanto, la salida del multiplexor puede expresar sólo PRBS que es una palabra de sincronización. Cuando la salida se correlaciona con una secuencia PRBS conocida, puede obtenerse un pico de correlación en la cabecera. Por tanto, puede obtenerse una posición inicial de cabecera en un preámbulo. En caso necesario, puede realizarse un control de potencia que se realiza para restablecer el nivel de potencia original, como se muestra en la figura 90, en la entrada del demapeador QPSK.

La figura 92 muestra otro ejemplo de campo de cabecera de bloque L1 que se envía al módulo (307-1) de inserción de cabecera en la trayectoria de señalización L1 del módulo BICM tal como se muestra en la figura 37. Esta figura 92 es diferente de la figura 85 porque $L1_span$ que representa la profundidad de entrelazado de tiempo se reduce a 2 bits y se aumentan los bits reservados en 1 bit. Un receptor puede obtener parámetro de entrelazado de tiempo del bloque L1 a partir del $L1_span$ transmitido.

La figura 93 muestra procesos para dividir igualmente un bloque L1 en tantas partes como un número de preámbulos insertando después una cabecera en cada uno de los bloques L1 divididos y asignando después los bloques L1 insertados de cabecera en un preámbulo. Esto puede realizarse cuando se realiza un entrelazado de tiempo con un número de preámbulos cuando el número de preámbulos es mayor que un número mínimo de preámbulos que se requiere para transmitir el bloque L1. Esto puede realizarse en el bloque L1 en la trayectoria de señalización L1 del módulo de BICM tal como se muestra en la figura 37. El resto de las portadoras, después de transmitir los bloques L1 puede tener patrones de repetición cíclica en lugar de estar rellenos con ceros.

La figura 94 muestra un ejemplo del demapeador (r306-1) de símbolos del módulo de demodulación de BICM tal como se muestra en la figura 64. Para un caso en el que los bloques L1 FEC se repiten tal como se muestra en la figura 93, puede alinearse cada punto de inicio de los bloques L1 FEC, combinarse (r301f), y después demapearse con QAM (r302f) para obtener ganancia de diversidad y ganancia de SNR. En este punto, el combinador puede incluir procesos para alinear y añadir cada bloque L1 FEC y dividir el bloque L1 FEC añadido. Para un caso en el que sólo se repite parte del último bloque FEC tal como se muestra en la figura 93, sólo puede dividirse la parte repetida en tanto como un número de cabecera de bloque FEC y la otra parte puede dividirse por un valor que es uno menos que un número

ES 2 374 649 T3

de cabecera de bloque FEC. En otras palabras, el número de división corresponde a un número de portadoras que se añade a cada portadora.

5 La figura 98 muestra otro ejemplo de planificación de bloque L1. La figura 98 es diferente de la figura 93 porque, en lugar de realizar el relleno con ceros o repetición cuando los bloques L1 no llenan un símbolo OFDM, el símbolo OFDM puede llenarse con redundancia de paridad realizando menos perforación en el código acortado/perforado en el transmisor. En otras palabras, cuando se realiza perforación de paridad (304c) en la figura 38, la tasa de codificación eficaz puede determinarse según la razón de perforación, por tanto, mediante perforación como han de rellenarse con ceros menos bits, puede reducirse la tasa de codificación eficaz y puede obtenerse una mejor ganancia de codificación. 10 El módulo (r303a) de desperforación de paridad de un receptor tal como se muestra en la figura 65 puede realizar una desperforación considerando la redundancia de paridad menos perforada. En este punto, puesto que un receptor y un transmisor pueden tener información del tamaño total del bloque L1, puede calcularse la razón de perforación.

15 La figura 95 muestra otro ejemplo de campo de señalización L1. La figura 95 es diferente de la figura 74 porque, para un caso en el que el tipo de segmento de datos es CCM, puede transmitirse una dirección de inicio (21 bits) de la PLP. Esto puede permitir que FECFRAME de cada PLP forme una trama de transmisión, sin que la FECFRAME se alinee con una posición de inicio de una trama de transmisión. Por tanto, puede eliminarse una sobrecarga de relleno, lo que puede producirse cuando una anchura de segmento de datos es estrecha. Un receptor, cuando un tipo de segmento de datos es CCM, puede obtener información de ModCod a partir del preámbulo en la trayectoria de señalización L1 del demodulador de BICM tal como se muestra en la figura 64, en lugar de obtenerlo de la cabecera de FECFRAME. Además, incluso cuando se produce un zapeo en una ubicación aleatoria de trama de transmisión, puede realizarse la sincronización de FECFRAME sin retardo porque la dirección de inicio de PLP ya puede obtenerse del preámbulo. 20

25 La figura 96 muestra otro ejemplo de campos de señalización L1 que pueden reducir la sobrecarga de direccionamiento de PLP.

30 La figura 97 muestra el número de símbolos de QAM que corresponden a una FECFRAME dependiendo de los tipos de modulación. En este punto, un divisor común superior de símbolo de QAM es 135, por tanto, puede reducirse una sobrecarga de $\log_2(135) \approx 7$ bits. Por tanto, la figura 96 es diferente de la figura 95 porque puede reducirse un número de bits de campo PLP_start desde 21 bits hasta 14 bits. Éste es el resultado de considerar 135 símbolos como un único grupo y direccionar el grupo. Un receptor puede obtener un índice de portadora de OFDM donde la PLP comienza en una trama de transmisión después de obtener el valor de campo PLP_start y multiplicarlo por 135.

35 La figura 99 y la figura 101 muestran ejemplos de entrelazador (308) de símbolos que puede entrelazar en el tiempo símbolos de datos que se envían desde el módulo (307) de inserción de cabecera ModCod en la trayectoria de datos del módulo de BICM tal como se muestra en la figura 37.

40 La figura 99 es un ejemplo de entrelazador de bloque que puede operar según segmentos de datos. El valor de fila significa un número de células de carga útil en cuatro de los símbolos OFDM dentro de un segmento de datos. Puede que no sea posible el entrelazado basado en símbolos OFDM porque el número de células puede cambiar entre células OFDM adyacentes. El valor de columna K significa una profundidad de entrelazado de tiempo, que puede ser 1, 2, 4, 8, o 16 ... La señalización de K para cada segmento de datos puede realizarse dentro de la señalización L1. El entrelazador (403) de frecuencia tal como se muestra en la figura 42 puede realizarse antes del entrelazador (308) de tiempo tal como se muestra en la figura 37. 45

50 La figura 100 muestra un rendimiento de entrelazado del entrelazador de tiempo tal como se muestra en la figura 99. Se supone que un valor de columna es 2, un valor de fila es 8, una anchura de segmento de datos es de 12 células de datos, y que no hay pilotos continuos en el segmento de datos. La figura superior en la figura 100 es una estructura de símbolo OFDM cuando no se realiza entrelazado de tiempo y la figura inferior de la figura 100 es una estructura de símbolo OFDM cuando se realiza entrelazado de tiempo. Las células negras representan al piloto disperso y las células que no son negras representan células de datos. La misma clase de células de datos representa un símbolo OFDM. En la figura 100, las células de datos que corresponden a un único símbolo OFDM están entrelazadas en dos símbolos. Se usa una memoria de entrelazado que corresponde a ocho símbolos OFDM pero la profundidad de entrelazado corresponde a sólo dos símbolos OFDM, por tanto, no se obtiene una profundidad de entrelazado total. 55

60 Se sugiere la figura 101 para lograr una profundidad de entrelazado total. En la figura 101, las células negras representan pilotos dispersos y las células que no son negras representan células de datos. El entrelazador de tiempo tal como se muestra en la figura 101 puede implementarse en forma de entrelazador de bloque y puede entrelazar segmentos de datos. En la figura 101, un número de columna, K representa una anchura de segmento de datos, un número de fila, N representa una profundidad de entrelazado de tiempo y el valor, K pueden ser valores aleatorios, es decir, $K=1, 2, 3, \dots$ El proceso de entrelazado incluye escribir una célula de datos en forma de giro de columna y leer en una dirección de columna, excluyendo posiciones piloto. Es decir, puede decirse que el entrelazado se realiza de manera girada en fila-columna. 65

Además, en un transmisor, las células que se leen en forma de giro de columna de la memoria de entrelazado corresponden a un único símbolo OFDM y las posiciones piloto de los símbolos OFDM pueden mantenerse mientras se entrelazan las células.

ES 2 374 649 T3

Asimismo, en un receptor, las células que se leen en forma de giro de columna de la memoria de desentrelazado corresponden a un único símbolo OFDM y las posiciones piloto de los símbolos OFDM pueden mantenerse mientras se desentrelazan en el tiempo las células.

5 La figura 102 muestra un rendimiento de entrelazado de tiempo de la figura 101 Como comparación con la figura 99, se supone que un número de filas es 8, una anchura de segmento de datos es de 12 células de datos, y que no hay pilotos continuos en el segmento de datos. En la figura 102, las células de datos que corresponden a un único símbolo OFDM están entrelazadas en ocho símbolos OFDM. Tal como se muestra en la figura 102, se usa una memoria de entrelazado que corresponde a ocho símbolos OFDM y la profundidad de entrelazado resultante corresponde a ocho
10 símbolos OFDM, por tanto, se obtiene una profundidad de entrelazado total.

El entrelazador de tiempo tal como se muestra en la figura 101 puede ser ventajoso porque la profundidad de entrelazado total puede obtenerse usando una memoria idéntica; la profundidad de entrelazado puede ser flexible, en oposición a la figura 99; por consiguiente, una longitud de trama de transmisión también puede ser flexible, es decir,
15 las filas no necesitan ser múltiplos de cuatro. Adicionalmente, el entrelazador de tiempo usado para el segmento de datos, puede ser idéntico al método de entrelazado usado para el preámbulo y también puede tener similitud con un sistema de transmisión digital que usa OFDM general. Específicamente, puede usarse el entrelazador (308) de tiempo tal como se muestra en la figura 37 antes de usar el entrelazador (403) de frecuencia tal como se muestra en la figura 42. Según una complejidad de receptor, puede no requerirse una memoria adicional distinta de la lógica de control de
20 dirección adicional que puede requerir una complejidad muy pequeña.

La figura 103 muestra un desentrelazador (r308) de símbolo correspondiente en un receptor. Puede realizar un desentrelazado después de recibir la emisión del eliminador (r401) de cabecera de trama. En los procesos de desentrelazado, comparado con la figura 99, los procesos de escritura y lectura del entrelazado de bloque se invierten. Mediante
25 el uso de información de posición piloto, el desentrelazador de tiempo puede realizar un desentrelazado virtual al no escribir en o leer desde una posición piloto en la memoria de entrelazador y al escribir en o leer desde una posición de célula de datos en la memoria de entrelazador. La información desentrelazada puede emitirse hacia el módulo (r307) de extractor ModCod.

30 La figura 104 muestra otro ejemplo de entrelazado de tiempo. La escritura puede realizarse en dirección diagonal y la lectura fila por fila. Como en la figura 101, el entrelazado se realiza teniendo en cuenta las posiciones piloto. La lectura y la escritura no se realizan para posiciones piloto sino que se accede a una memoria de entrelazado considerando sólo posiciones de célula de datos.

35 La figura 105 muestra un resultado de entrelazado usando el método mostrado en la figura 104. Cuando se compara con la figura 102, las células con los mismos patrones se dispersan no sólo en el dominio de tiempo, sino también en el dominio de frecuencia. En otras palabras, puede obtenerse una profundidad de entrelazado total tanto en los dominios de tiempo como de frecuencia.

40 La figura 108 muestra un desentrelazador (r308) de símbolo de un receptor correspondiente. La emisión del módulo (r401) de eliminador de cabecera de trama puede desentrelazarse. Cuando se compara con la figura 99, el desentrelazado ha conmutado el orden de lectura y escritura. El desentrelazador de tiempo puede usar información de posición piloto para realizar un desentrelazado virtual de manera que no se realice una lectura o escritura en posiciones piloto sino de modo que pueda realizarse una lectura o escritura sólo en posiciones de célula de datos. Los datos desentrelazados pueden emitirse hacia un módulo (r307) de extractor ModCod.
45

La figura 106 muestra un ejemplo del método de direccionamiento de la figura 105. NT significa profundidad de entrelazado de tiempo y ND significa anchura de segmento de datos. Se supone que un valor de fila, N es 8, una anchura de segmento de datos es de 12 células de datos, y que no hay pilotos continuos en el segmento de datos. La figura
50 106 representa un método para generar direcciones para escribir datos en una memoria de entrelazado en el tiempo, cuando un transmisor realiza un entrelazado de tiempo. El direccionamiento comienza desde una primera dirección con dirección de fila (RA) = 0 y dirección de columna (CA) = 0. En cada aparición de direccionamiento, se incrementan RA y CA. Para RA, puede realizarse una operación de módulo con los símbolos OFDM usados en el entrelazador de tiempo. Para CA, puede realizarse una operación de módulo con un número de portadoras que corresponde a una anchura de segmento de datos. RA puede incrementarse por 1 cuando las portadoras que corresponden a un segmento de datos se escriben en una memoria. La escritura en una memoria puede realizarse sólo cuando una ubicación de
55 dirección actual no es una ubicación de un piloto. Si la ubicación de dirección actual es una ubicación de un piloto, sólo puede aumentarse el valor de dirección.

60 En la figura 106, un número de columna, K representa la anchura de segmento de datos, un número de fila, N representa la profundidad de entrelazado de tiempo y el valor, K puede ser un valor aleatorio, es decir, K=1, 2, 3, El proceso de entrelazado puede incluir escribir células de datos en forma de giro de columna y leer en dirección de columna, excluyendo las posiciones piloto. En otras palabras, la memoria de entrelazado virtual puede incluir posiciones piloto pero las posiciones piloto pueden excluirse en un entrelazado real.
65

La figura 109 muestra un desentrelazado, un proceso inverso de entrelazado de tiempo tal como se muestra en la figura 104. La escritura fila por fila y la lectura en dirección diagonal pueden restablecer células en secuencias originales.

ES 2 374 649 T3

El método de direccionamiento usado en un transmisor puede usarse en un receptor. El receptor puede escribir datos recibidos en una memoria de desentrelazador de tiempo fila por fila y puede leer los datos escritos usando valores de dirección generados e información de ubicación piloto que puede generarse de una manera similar con la de un transmisor. Como una manera alternativa, los valores de dirección generados y la información piloto que se usaron para la escritura pueden usarse para la lectura fila por fila.

Estos métodos pueden aplicarse en un preámbulo que transmite L1. Puesto que cada símbolo OFDM que comprende un preámbulo puede tener pilotos en ubicaciones idénticas, puede realizarse o bien el entrelazado que se refiere a valores de dirección teniendo en cuenta las ubicaciones de piloto o bien el entrelazado que se refiere a valores de dirección sin tener en cuenta las ubicaciones de piloto. Para el caso de referirse a valores de dirección sin tener en cuenta las ubicaciones de piloto, el transmisor almacena datos cada vez en una memoria de entrelazado de tiempo. Para tal caso, un tamaño de la memoria requerida para realizar preámbulos de entrelazado/desentrelazado en un receptor o un transmisor se vuelve idéntico a un número de células de carga útil que existe en los símbolos OFDM usados para entrelazado de tiempo.

La figura 107 es otro ejemplo de entrelazado de tiempo L1. En este ejemplo, el entrelazado de tiempo puede colocar portadoras en todos los símbolos OFDM mientras que las portadoras podrían ubicarse en un único símbolo OFDM si no se realiza ningún entrelazado de tiempo. Por ejemplo, para los datos ubicados en un primer símbolo OFDM, la primera portadora del primer símbolo OFDM se ubicará en su ubicación original. La segunda portadora del primer símbolo OFDM se ubicará en un segundo índice de portadora del segundo símbolo OFDM. En otras palabras, la i -ésima portadora de datos que se ubica en un n -ésimo símbolo OFDM se ubicará en un i -ésimo índice de portadora del símbolo OFDM de orden $(i+n) \bmod N$, donde $i=0, 1, 2 \dots$ número de portadora-1, $n=0, 1, 2 \dots, N-1$, y N es un número de símbolos OFDM usados en entrelazado de tiempo L1. En este método de entrelazado de tiempo L1, puede decirse que el entrelazado para todos los símbolos OFDM se realiza en forma de giro de columna tal como se muestra en la figura 107. Aunque las posiciones piloto no se ilustren en la figura 107, tal como se mencionó anteriormente, puede aplicarse entrelazado a todos los símbolos OFDM que incluyen símbolos piloto. Es decir, puede decirse que el entrelazado puede realizarse para todos los símbolos OFDM sin considerar posiciones piloto o independientemente de si los símbolos OFDM son símbolos piloto o no.

Si un tamaño de un bloque LDPC usado en L1 es menor que un tamaño de un único símbolo OFDM, las portadoras restantes pueden tener copias de partes del bloque LDPC o pueden estar rellenas con ceros. En este punto, puede realizarse un mismo entrelazado de tiempo como anteriormente. De manera similar, en la figura 107, un receptor puede realizar desentrelazado almacenando todos los bloques usados en entrelazado de tiempo L1 en una memoria y leyendo los bloques en el orden en que se han entrelazado, es decir, en el orden de los números escritos en los bloques mostrados en la figura 107.

Cuando se usa un entrelazador de bloque tal como se muestra en la figura 106, se usan dos memorias intermedias. Específicamente, mientras que una memoria intermedia está almacenando símbolos de entrada, los símbolos introducidos previamente pueden leerse a partir de la otra memoria intermedia. Una vez que estos procesos se realizan para un bloque de entrelazado de símbolo, puede realizarse un desentrelazado cambiando el orden de lectura y escritura, para evitar un conflicto de acceso de memoria. Este desentrelazado de estilo "ping-pong" puede tener una lógica de generación de dirección simple. Sin embargo, puede aumentarse la complejidad de hardware cuando se usan dos memorias intermedias de entrelazado de símbolo.

La figura 110 muestra un ejemplo de un desentrelazador (r308 o r308-1) de símbolo tal como se muestra en la figura 64. Esta realización propuesta de la invención puede usar sólo una única memoria intermedia para realizar el desentrelazado. Una vez generado un valor de dirección mediante la lógica de generación de direcciones, el valor de dirección puede emitirse desde la memoria de la memoria intermedia y puede realizarse una operación *in situ* almacenando un símbolo que se introduce en la misma dirección. Mediante estos procesos, puede evitarse un conflicto de acceso de memoria mientras que se lee y escribe. Además, puede realizarse un desentrelazado de símbolo usando sólo una única memoria intermedia. Los parámetros pueden definirse para explicar esta regla de generación de dirección. Tal como se muestra en la figura 106, pueden definirse varias filas de una memoria de desentrelazado como una profundidad de entrelazado de tiempo, D y puede definirse varias columnas de la memoria de desentrelazado como una profundidad de segmento de datos, W . A continuación, el generador de direcciones puede generar las siguientes direcciones.

ES 2 374 649 T3

Muestra de orden i en bloque de orden j , incluyendo piloto

$i=0,1,2,\dots,N-1$;

$N=D*W$;

$C_{i,j}=i \bmod W$;

$T_w=((C_{i,j} \bmod D) * j) \bmod D$;

$R_{i,j}=(i \operatorname{div} W)+T_w \bmod D$;

$L_{i,j(1)}=R_{i,j}*W+C_{i,j}$;

o

$L_{i,j(2)}=C_{i,j}*D+R_{i,j}$;

Las direcciones incluyen posiciones piloto, por tanto, se supone que los símbolos de entrada incluyen posiciones piloto. Si los símbolos de entrada que incluyen sólo símbolos de datos necesitan procesarse, puede requerirse una lógica de control adicional que se salta las direcciones correspondientes. En este punto, i representa un índice de símbolo de entrada, j representa un índice de bloque de entrelazado de entrada, y $N=D*W$ representa una longitud de bloque de entrelazado. *Mod operation* representa la operación módulo que emite el resto después de la división. *Div operation* representa la operación de división que emite un cociente después de la división. $R_{i,j}$ y $C_{i,j}$ representan dirección de fila y dirección de columna de entrada de símbolo de orden i de bloque de entrelazado de orden j , respectivamente. T_w representa el valor de giro de columna para direcciones en las que se ubican los símbolos. Dicho de otro modo, cada columna puede considerarse como una memoria intermedia en la que se realiza un giro independiente según valores T_w . $L_{i,j}$ representa una dirección cuando se implementa una única memoria intermedia en una memoria secuencial de una dimensión, no en dos dimensiones. $L_{i,j}$ pueden tener valores de desde 0 hasta $(N-1)$. Son posibles dos métodos diferentes. $L_{i,j(1)}$ se usa cuando la matriz de memoria se conecta fila por fila y $L_{i,j(2)}$ se usa cuando la matriz de memoria se conecta columna por columna.

La figura 111 muestra un ejemplo de direcciones de fila y columna para desentrelazado de tiempo cuando D es 8 y W es 12. J comienza desde $j=0$ y para cada valor j , una primera fila puede representar la dirección de fila y una segunda fila puede representar la dirección de columna. La figura 111 muestra sólo direcciones de los 24 primeros símbolos. Cada índice de columna puede ser idéntico al índice de símbolo de entrada i .

La figura 113 muestra un ejemplo de un transmisor OFDM usando un segmento de datos. Tal como se muestra en la figura 113, el transmisor puede comprender una trayectoria de PLP de datos, una trayectoria de señalización L1, un formador de tramas y una parte de modulación OFDM. La trayectoria de PLP de datos se indica por bloques con líneas horizontales y líneas verticales. La trayectoria de señalización L1 se indica por bloques con líneas oblicuas. Los módulos (701-0, 701-N, 701-K y 701-M) de procesamiento de entrada pueden comprender bloques y secuencias del módulo (202-1) de interfaz de entrada, módulo (203-1) sincronizador de flujo de entrada, módulo (204-1) compensador de retardo, módulo (205-1) de borrado de paquetes nulos, codificador (206-1 CRC), módulo (207-1) de inserción de cabecera BB y aleatorizador 209 BB realizados para cada PLP tal como se muestra en la figura 35. Los módulos (702-0, 702-N, 702-K y 702-M) FEC pueden comprender bloques y secuencias del codificador (301) exterior y el codificador (303) interior tal como se muestra en la figura 37. Un módulo (702-L1) FEC usado en la trayectoria L1 puede comprender bloques y secuencias del codificador (301-1) exterior y el codificador (303-1) interior acortado/perforado tal como se muestra en la figura 37. El módulo (700-L1) de señal L1 puede generar información L1 requerida para comprender una trama.

Los módulos (703-0, 703-N, 703-K y 703-M) de entrelazado de bit pueden comprender bloques y secuencias del entrelazador (304) interno y demultiplexador (305) de bit tal como se muestra en la figura 37. El entrelazador (703-L1) de bit usado en la trayectoria L1 puede comprender bloques y secuencias del entrelazador (304-1) interior y demultiplexador (305-1) de bit tal como se muestra en la figura 37. Los módulos (704-0, 704-N, 704-K y 704-M) de mapeador de símbolos pueden realizar funciones idénticas con las funciones del mapeador (306) de símbolo mostrado en la figura 37. El módulo (704-L1) de mapeador de símbolo usado en la trayectoria L1 puede realizar funciones idénticas con las funciones del mapeador (306-1) de símbolo mostrado en la figura 37. Los módulos (705-0, 705-N, 705-K y 705-M) de cabecera FEC pueden realizar funciones idénticas con las funciones del módulo (307) de inserción de cabecera ModCod mostrado en la figura 37. El módulo (705-L1) de cabecera FEC para la trayectoria L1 puede realizar funciones idénticas con las funciones del módulo (307-1) de inserción de cabecera ModCod mostrado en la figura 37.

Los módulos (706-0 y 706-K) de mapeador de segmento de datos pueden planificar bloques FEC para segmentos de datos correspondientes y pueden transmitir los bloques FEC planificados, donde los bloques FEC corresponden a PLP que se asignan a cada segmento de datos. El mapeador (707-L1) de preámbulo puede planificar bloques FEC de

ES 2 374 649 T3

señalización L1 para los preámbulos. Los bloques FEC de señalización L1 se transmiten en preámbulos. Los módulos (708-0 y 708-K) de entrelazador de tiempo pueden realizar funciones idénticas con las funciones del entrelazador (308) de símbolo mostrado en la figura 37 que pueden entrelazar segmentos de datos. El entrelazador (708-L1) de tiempo usado en la trayectoria L1 puede realizar funciones idénticas con las funciones del entrelazador (308-1) de símbolo mostrado en la figura 37.

Alternativamente, el entrelazador (708-L1) de tiempo usado en la trayectoria L1 puede realizar funciones idénticas con el entrelazador (308-1) de símbolo mostrado en la figura 37, pero sólo en símbolos de preámbulo.

Los bloques (709-0 y 709-K) de entrelazador de frecuencia pueden realizar entrelazado de frecuencia en segmentos de datos. El entrelazador (709-L1) de frecuencia usado en la trayectoria L1 puede realizar entrelazado de frecuencia según el ancho de banda de preámbulo.

El módulo (710) de generación de pilotos puede generar pilotos adecuados para el piloto continuo (CP), piloto disperso (SP), borde de segmento de datos y preámbulo. Una trama puede formarse (711) a partir de la planificación del segmento de datos, preámbulo y piloto en el módulo (711). El módulo (712) IFFT y el módulo (713) de inserción GI pueden realizar funciones idénticas con las funciones de los bloques de módulo (501) IFFT y el módulo (503) de inserción GI mostrados en la figura 51, respectivamente. Finalmente, el módulo (714) DAC puede convertir señales digitales en señales analógicas y las señales convertidas pueden transmitirse.

La figura 114 muestra un ejemplo de un receptor OFDM que usa un segmento de datos. En la figura 114, el sintonizador (r700) puede realizar las funciones del módulo (r603) sintonizador/AGC y las funciones del módulo (r602) convertidor descendente mostrado en la figura 61. El ADC (r701) puede convertir las señales analógicas recibidas en señales digitales. El módulo (r702) sincronizador de tiempo/frecuencia puede realizar funciones idénticas con las funciones del módulo (r505) sincronizador de tiempo/frecuencia mostrado en la figura 62. El módulo (r703) detector de trama puede realizar funciones idénticas con las funciones del módulo (r506) detector de trama mostrado en la figura 62.

En este punto, después de haberse realizado la sincronización de tiempo/frecuencia, puede mejorarse la sincronización usando el preámbulo en cada trama que se envía desde el módulo (r703) detector de trama durante el proceso de seguimiento.

El módulo (r704) eliminador GI y el módulo (r705) FFT pueden realizar funciones idénticas con las funciones del módulo (r503) eliminador GI y el módulo (r502) FFT mostrados en la figura 62, respectivamente.

El módulo (r706) estimador de canal y el módulo (r707) de equalización de canal pueden realizar una parte de estimación de canal y una parte de equalización de canal del módulo (r501) de canal Est/Eq tal como se muestra en la figura 62. El analizador (r708) sintáctico de trama puede emitir un preámbulo y segmento de datos cuando se transmiten los servicios seleccionados por un usuario. Los bloques indicados por líneas oblicuas procesan un preámbulo. Los bloques indicados por líneas horizontales que pueden incluir PLP común, procesan segmentos de datos. El desentrelazador (r709-L1) de frecuencia usado en la trayectoria L1 puede realizar desentrelazado de frecuencia dentro del ancho de banda de preámbulo. El desentrelazador (r709) de frecuencia usado en la trayectoria de segmento de datos puede realizar desentrelazado de frecuencia dentro del segmento de datos. El decodificador (r712-L1) de cabecera FEC, desentrelazador (r710-L1) de tiempo y demapeador (r713-L1) de símbolos usados en la trayectoria L1 pueden realizar funciones idénticas con las funciones del módulo (r307)-1 extractor ModCod, el desentrelazador (r308-1) de símbolo y el demapeador (r306-1) de símbolos mostrados en la figura 64.

El desentrelazador (r714-L1) de bit puede comprender bloques y secuencias del demultiplexador (r305-1) de bit y desentrelazador (r304-1) interior tal como se muestra en la figura 64. El decodificador (r715-L1) FEC puede comprender bloques y secuencias del codificador (r303-1) interior acortado/perforado y el decodificador (r301-1) exterior mostrados en la figura 64. En este punto, la salida de la trayectoria L1 puede ser información de señalización L1 y puede enviarse a un controlador de sistema para restablecer datos de PLP que se transmiten en segmentos de datos.

El desentrelazador (r710) de tiempo usado en la trayectoria de segmento de datos puede realizar funciones idénticas con las funciones del desentrelazador (r308) de símbolo mostrado en la figura 64. El analizador (r711) sintáctico de segmentos de datos puede emitir PLP seleccionada por el usuario de los segmentos de datos y, en caso necesario, PLP común asociada con la PLP seleccionada por el usuario. Los decodificadores (r712-C y r712-K) de cabecera FEC pueden realizar funciones idénticas con las funciones del extractor (r307) ModCod mostrado en la figura 64. Los demapeadores (r713-C y r713-K) de símbolos pueden realizar funciones idénticas con las funciones del demapeador (r306) de símbolo mostrado en la figura 64.

Los desentrelazadores (r714-C y r714-K) de bit pueden comprender bloques y secuencias del demultiplexador (r305) de bit y desentrelazador (r304) interior tal como se muestra en la figura 64. Los decodificadores (r715-C y r715-K) FEC pueden comprender bloques y secuencias del decodificador (r303) interior y el decodificador r301 exterior tal como se muestra en la figura 64. Finalmente, los módulos (r716-C y r716-K) procesadores de salida pueden comprender bloques y secuencias del desaleatorizador (r209) BB, módulo (r207-1) eliminador de cabecera BB, decodificador (r206-1) CRC, módulo (r205-1) de inserción de paquetes nulos, recuperador (r204-1) de retardo,

ES 2 374 649 T3

recuperador (r203-1) de reloj de salida, e interfaz (r202-1) de salida que se realizan para cada PLP en la figura 35. Si se usa una PLP común, la PLP común y la PLP de datos asociada con la PLP común pueden transmitirse a un recombinaor de TS y pueden transformarse en una PLP seleccionada por el usuario.

5 Debe observarse a partir de la figura 114, que en un receptor, los bloques en la trayectoria L1 no están secuenciados de manera simétrica con respecto a un transmisor a diferencia de la trayectoria de datos donde los bloques están posicionados de manera simétrica o en secuencia opuesta de un transmisor. Dicho de otro modo, para la trayectoria de datos, el desentrelazador (r709) de frecuencia, desentrelazador (r710) de tiempo, analizador (r711) sintáctico de segmentos de datos y decodificador (r712-C y r712-K) de cabecera FEC están posicionados. Sin embargo, para la
10 trayectoria L1, el desentrelazador (r709-L1) de frecuencia, decodificador (r712-L1) de cabecera FEC y desentrelazador (r710) de tiempo-L1 están posicionados.

La figura 112 muestra un ejemplo de entrelazado de bloque general en un dominio de símbolo de datos en el que los pilotos no se usan. Tal como se observa a partir de la figura 112a, la memoria de entrelazado puede llenarse sin
15 pilotos negros. Para formar una memoria rectangular, pueden usarse células de relleno en caso necesario. En la figura 112a, las células de relleno se indican como células con líneas oblicuas. En el ejemplo, debido a que un piloto continuo puede solaparse con un tipo de patrón de piloto disperso, se requieren un total de tres células de relleno durante cuatro de duración de símbolo OFDM. Finalmente, en la figura 112b, se muestra contenido de memoria entrelazado.

20 Como en la figura 112a, puede realizarse o bien una escritura fila por fila y realizar giro de columna; o bien escritura en forma de giro desde el inicio. La salida del entrelazador puede comprender la lectura fila por fila a partir de la memoria. Los datos de salida que se han leído pueden colocarse tal como se muestra en la figura 112c cuando se considera la transmisión OFDM. En este momento, por motivos de simplicidad, puede ignorarse el entrelazado de frecuencia. Tal como se observa en la figura 112, la diversidad de frecuencia no es tan elevada como la de la figura 106,
25 sino que se mantiene a un nivel similar. Sobre todo, puede ser ventajoso porque la memoria requerida para realizar el entrelazado y desentrelazado puede optimizarse. En el ejemplo, el tamaño de memoria puede reducirse de $W * D$ a $(W-1) * D$. Como la anchura del segmento de datos se hace más grande, el tamaño de memoria puede reducirse adicionalmente.

30 Para las entradas de desentrelazador de tiempo, un receptor debe restablecer el contenido de memoria intermedia como en la figura central de la figura 112 considerando las células de relleno. Básicamente, los símbolos OFDM pueden leerse símbolo por símbolo y pueden guardarse fila por fila. Entonces puede deshacerse el giro correspondiente al giro de columna. La salida del desentrelazador puede emitirse mediante lectura fila por fila a partir de la memoria de la figura 112a. De este modo, en comparación con el método mostrado en la figura 106, puede minimizarse la
35 sobrecarga de piloto, y por consiguiente puede minimizarse la memoria de entrelazado/desentrelazado.

La figura 115 muestra el entrelazador de tiempo (figura 115a) y desentrelazador de tiempo (figura 115b).

40 La figura 115a muestra un ejemplo de un entrelazador (708-L1) de tiempo para la trayectoria L1 de la figura 113. Tal como se muestra en la figura 115a, el entrelazado de tiempo para el preámbulo en el que se transmite L1, puede incluir entrelazado de células de datos L1, excluyendo pilotos que habitualmente se transmiten en el preámbulo. El método de entrelazado puede incluir la escritura de datos de entrada en una dirección diagonal (líneas continuas) y la lectura de datos fila por fila (líneas discontinuas), que se usan de manera idéntica a los métodos mostrados con referencia a la figura 106.

45 La figura 115b muestra un ejemplo de un desentrelazador (r712-L1) de tiempo en la trayectoria L1 tal como se muestra en la figura 114. Tal como se muestra en la figura 115b, para un preámbulo en el que se transmite L1, puede realizarse un desentrelazado de célula de datos L1, excluyendo los pilotos que se transmiten con regularidad en el preámbulo. El método de desentrelazado puede ser idéntico al método tal como se muestra en la figura 109 en el que
50 los datos de entrada se escriben fila por fila (líneas continuas) y se leen en una dirección diagonal (líneas discontinuas). Los datos de entrada no incluyen ningún piloto, por consiguiente, los datos de salida tienen células de datos L1 que tampoco incluyen piloto. Cuando un receptor usa una única memoria intermedia en un desentrelazador de tiempo para el preámbulo, puede usarse la estructura de generador de direcciones que tiene una memoria de desentrelazador tal como se muestra en la figura 110.

55

60

65

ES 2 374 649 T3

El desentrelazado (r712-L1) puede realizarse usando operaciones de dirección tal como sigue:

$$i=0,1,2,\dots,N-1;$$

$$N=D*W$$

$$C_{i,j}=i \bmod W;$$

$$T_w=((C_{i,j} \bmod D)*j) \bmod D;$$

$$R_{i,j}=(i \operatorname{div} W)+T_w \bmod D;$$

$$L_{i,j}(1)=R_{i,j}*W+C_{i,j};$$

o

$$L_{i,j}(2)=C_{i,j}*D+R_{i,j};$$

En las operaciones anteriores, una longitud de una fila, W es una longitud de una fila de una memoria de entrelazado tal como se muestra en la figura 115. La longitud de columna, D es una profundidad de entrelazado de tiempo de preámbulo, que es un número de símbolos OFDM que se requieren para transmitir preámbulos.

La figura 116 muestra un ejemplo de formación de símbolos OFDM mediante la planificación de pilotos y preámbulos de entrada a partir del formador (711) de tramas tal como se muestra en la figura 113. Las células en blanco forman una cabecera $L1$ que es una señal de salida de la cabecera (705-L1) FEC en la trayectoria $L1$, tal como se muestra en la figura 113. Las células grises representan pilotos continuos para el preámbulo que se generan mediante el módulo (710) de generación de pilotos tal como se muestra en la figura 113. Las células con patrones representan las células de señalización $L1$ que son una señal de salida del mapeador (707-L1) de preámbulo tal como se muestra en la figura 113. La figura 116a representa símbolos OFDM cuando el entrelazado de tiempo está desactivado y la figura derecha representa símbolos OFDM cuando el entrelazado de tiempo está activado. La cabecera $L1$ puede excluirse del entrelazado de tiempo porque la cabecera $L1$ transmite una longitud de campo de señalización $L1$ e información de etiqueta de activación/desactivación de entrelazado de tiempo. Se debe a que la cabecera $L1$ se añade antes del entrelazado de tiempo. Como se mencionó anteriormente, el entrelazado de tiempo se realiza excluyendo células piloto. El resto de células de datos $L1$ puede entrelazarse tal como se muestra en la figura 115, a continuación puede asignarse a subportadoras OFDM.

La figura 117 muestra un ejemplo de entrelazadores (708-0~708-K) de tiempo que pueden entrelazar símbolos de datos que se envían desde los mapeadores (706-0~706-K) de segmentos de datos en la trayectoria de datos de un transmisor OFDM usando el segmento de datos mostrado en la figura 113. El entrelazado de tiempo puede realizarse para cada segmento de datos. Los símbolos con entrelazado de datos puede emitirse a entrelazadores (709-0~709-K) de frecuencia.

La figura 117 también muestra un ejemplo de un entrelazador de tiempo simple que usa una única memoria intermedia. La figura 117a muestra una estructura de símbolos OFDM antes del entrelazado de tiempo. Los bloques con los mismos patrones representan el mismo tipo de símbolos OFDM. Las figuras 117b y 117c muestran estructuras de símbolos OFDM después del entrelazado de tiempo. El método de entrelazado de tiempo puede dividirse en tipo 1 y tipo 2. Cada tipo puede realizarse alternativamente para símbolos pares y símbolos impares. Por consiguiente un receptor puede realizar desentrelazado. Una de las razones de usar alternativamente el tipo 1 y el tipo 2 es reducir la memoria requerida en un receptor usando una única memoria intermedia durante el desentrelazado de tiempo.

La figura (117b) muestra un entrelazado de tiempo que usa entrelazado de tipo 1. Los símbolos de entrada pueden escribirse en una dirección diagonal descendente y pueden leerse en una dirección de fila. La figura 117c muestra un entrelazado de tiempo que usa entrelazado de tipo 2. Los símbolos de entrada pueden escribirse en una dirección diagonal ascendente y pueden leerse en una dirección de fila. La diferencia entre el tipo 1 y el tipo 2 es si una dirección de escritura del símbolo de entrada es ascendente o descendente. Los dos métodos son diferentes en la manera de escribir los símbolos, sin embargo los dos métodos son idénticos en cuanto a mostrar profundidad de entrelazado de tiempo total y diversidad de frecuencia total. Sin embargo, el uso de estos métodos puede provocar un problema durante la sincronización en un receptor porque se usan dos esquemas de entrelazado.

Puede haber dos posibles soluciones. La primera solución puede ser señalar 1 bit de un tipo de entrelazado de un primer bloque de entrelazador que viene primero después de cada preámbulo, a través de la señalización $L1$ de preámbulo. Este método realiza un entrelazado correcto mediante señalización. La segunda solución puede ser formar una trama para tener una longitud de un número par de bloques de entrelazado. Usando este método, un primer bloque

de entrelazado de cada trama puede tener un tipo idéntico, por tanto, puede solucionarse el problema de sincronización de bloque de entrelazado. Por ejemplo, el problema de la sincronización puede solucionarse aplicando un entrelazado de tipo 1 a un primer bloque de entrelazado y consecutivamente aplicándolo a los siguientes bloques de entrelazado dentro de cada trama, terminando entonces un último bloque de entrelazado de cada trama con entrelazado de tipo 2. Este método requiere componer una trama de dos bloques de entrelazado pero puede ser ventajoso porque no se requiere señalización adicional como en el primer método.

La figura 122 muestra una estructura de un desentrelazador (r710) de tiempo de un receptor mostrado en la figura 114. El desentrelazado de tiempo puede realizarse en salidas del desentrelazador (r709) de frecuencia. El desentrelazador de tiempo de la figura 122 representa un esquema de desentrelazado que es un proceso inverso de un entrelazado de tiempo mostrado en la figura 117. El desentrelazado, comparado con la figura 117, tendrá una manera opuesta de leer y escribir. Dicho de otro modo, el desentrelazador de tipo 1 puede escribir símbolos de entrada en una dirección de fila y puede leer los símbolos escritos en una dirección diagonal descendente. El desentrelazador de tipo 2 puede escribir símbolos de entrada en dirección diagonal descendente y puede leer los símbolos escritos en una dirección de fila. Estos métodos pueden permitir escribir los símbolos recibidos cuando los símbolos se leen previamente haciendo que una dirección de escritura de símbolos del desentrelazador de tipo 2 sea idéntica a una dirección de lectura de símbolos de un desentrelazador de tipo 1. Por tanto, un receptor puede realizar desentrelazado usando una única memoria intermedia. Además, puede realizarse una simple implementación porque se realizan métodos de desentrelazado de tipo 1 y tipo 2 escribiendo y leyendo símbolos o bien en una dirección diagonal o bien en una dirección de fila.

Sin embargo, el uso de estos métodos puede provocar un problema en la sincronización en un receptor por el uso de dos esquemas de entrelazado. Por ejemplo, el desentrelazado de los símbolos entrelazados de tipo 1 en forma de tipo 2 puede provocar un deterioro en el rendimiento. Puede haber dos posibles soluciones. La primera solución puede ser determinar un tipo de un bloque de entrelazado que viene después de un preámbulo, usando 1 bit de un tipo de entrelazado de una parte de señalización L1 transmitida. La segunda solución puede ser realizar un desentrelazado usando un tipo según un primer bloque de entrelazado dentro de una trama, si un número de bloques de entrelazado dentro de una trama es un número par. El símbolo desentrelazado puede emitirse a un analizador (r711) sintáctico de segmentos de datos.

La figura 118 muestra una lógica de generación de direcciones que es idéntica con una lógica de generación de direcciones de una única memoria intermedia, cuando un entrelazador de bloque usa dos memorias intermedias como en la figura 106. La lógica de generación de direcciones puede realizar funciones idénticas a las funciones mostradas en la figura 106. Mediante la definición de una profundidad de entrelazado de tiempo D como un número de filas de una memoria de desentrelazado y la definición de una anchura de segmento de datos W como un número de columna, pueden generarse las direcciones mostradas en la figura 118 mediante un generador de direcciones. Las direcciones pueden incluir posiciones piloto. Para aplicar un entrelazado de tiempo a símbolos de entrada que incluyen sólo símbolos de datos, puede requerirse una lógica de control que pueda saltarse las direcciones. Las direcciones usadas en los preámbulos de entrelazado pueden no requerir posiciones piloto y el entrelazado puede realizarse usando bloques L1. La i representa un índice de un símbolo de entrada, $N=D*W$ representa una longitud de bloque de entrelazado. R_i y C_i representan una dirección de fila y una dirección de columna de un símbolo de entrada de orden i , respectivamente. T_w representa un valor de giro de columna o parámetro de giro desde una dirección en la que se ubica un símbolo. L_i representa direcciones cuando se implementa una memoria dimensional que tiene una única memoria intermedia. Los valores de L_i pueden ser desde 0 hasta $(N-1)$. En esta memoria dimensional, son posibles al menos dos métodos. $L_i(1)$ acopla una matriz de memoria fila por fila y $L_i(2)$ acopla una matriz de memoria columna por columna. Un receptor puede usar la lógica de generación de direcciones en la lectura de símbolos durante un desentrelazado.

La figura 119 muestra otro ejemplo de un preámbulo. Para un caso en el que se usa un símbolo OFDM que tiene un tamaño de $4K$ -FFT en un ancho de banda de 7,61 MHz y se usan una sexta portadora dentro de un símbolo OFDM y portadoras en ambos extremos como pilotos, puede suponerse que un número de portadoras que puede usarse en señalización L1 es 2840. Cuando se unen múltiples canales, pueden existir múltiples anchos de banda de preámbulo. El número de portadoras puede cambiar dependiendo de un tipo de pilotos que vaya a usarse, un tamaño de FFT, un número de canales unidos, y otros factores. Si un tamaño de una L1_XFEC_FRAME que incluye L1_cabecera (H) que va a asignarse a un único símbolo OFDM y el bloque L1 FEC (L1_FEC1) es menor que un único símbolo OFDM ($5w-a-1$), puede repetirse L1_XFEC_FRAME incluyendo L1_cabecera para llenar una parte restante del único símbolo OFDM ($5w-a-2$). Esto es similar a la estructura de preámbulo de la figura 93. Para que un receptor reciba un segmento de datos ubicado en un determinado ancho de banda de canales unidos, puede ubicarse una ventana de sintonizador del receptor en un determinado ancho de banda.

Si una ventana de sintonizador de un receptor se ubica como $5w-a-3$ de la figura 119, puede producir un resultado incorrecto durante la fusión de L1_XFEC_FRAME repetidas. El caso 1 de la figura 119 puede ser un ejemplo de este tipo. Un receptor halla L1_cabecera (H) para ubicar la posición de inicio de una L1_cabecera (H) dentro de una ventana de sintonizador, pero la L1_cabecera hallada puede ser una cabecera de una L1_XFEC_FRAME incompleta ($5w-a-4$). La información de señalización L1 puede no obtenerse correctamente si se obtiene una longitud de L1_XFEC_FRAME basándose en esa L1_cabecera y un resto de la parte ($5w-a-5$) se añade a una posición de inicio de esa L1_cabecera. Para evitar un caso de este tipo, un receptor puede necesitar operaciones adicionales para hallar una cabecera de una L1_XFEC_FRAME completa. La figura 120 muestra tales operaciones. En el ejemplo, para hallar una cabecera de una L1_XFEC_FRAME completa, si existe una L1_XFEC_FRAME incompleta en un preámbulo, un receptor puede usar al menos dos L1_cabeceras para hallar una ubicación de inicio de L1_cabecera para fusionar

ES 2 374 649 T3

L1_XFEC_FRAME. En primer lugar, un receptor puede hallar L1_cabecera a partir de un símbolo OFDM de preámbulo (5w-b-1). A continuación, usando una longitud de una L1_XFEC_FRAME dentro de la L1_cabecera hallada, el receptor puede comprobar si cada L1_XFEC_FRAME dentro de un símbolo OFDM actual es un bloque completo (5w-b-2). Si no lo es, el receptor puede hallar otra L1_cabecera a partir del símbolo de preámbulo actual (5w-b-3). A partir de una distancia calculada entre una L1_cabecera recién hallada y una L1_cabecera previa, puede determinarse si una cierta L1_XFEC_FRAME es un bloque completo (5w-b-4). A continuación, puede usarse una L1_cabecera de una L1_XFEC_FRAME completa como punto determinado para la fusión. Usando el punto determinado, puede fusionarse la L1_XFEC_FRAME (5w-b-5). Usando estos procesos, puede esperarse el caso 2 o la fusión correcta mostrada en la figura 119 en un receptor. Estos procesos pueden realizarse en el decodificador (r712-L1) de cabecera FEC en la trayectoria de señal L1 de la figura 114.

La figura 121 es un ejemplo de una estructura de preámbulo que puede eliminar las operaciones adicionales mencionadas anteriormente en un receptor. A diferencia de la estructura de preámbulo previa, cuando se llena una parte restante de un símbolo OFDM, sólo L1_FEC1 de una L1_XFEC_FRAME, excluyendo L1_cabecera (H) puede llenarse repetidamente (5w-c-2). De este modo, cuando un receptor halla una posición de inicio de una L1_cabecera (H) para fusionar L1_XFEC_FRAME, puede hallarse L1_cabecera de sólo L1_XFEC_FRAME completa (5w-c-4), por tanto, sin operaciones adicionales, puede fusionarse L1_XFEC_FRAME usando la L1_cabecera hallada. Por tanto, pueden eliminarse los procesos tales como 5w-b-2, 5w-b-3 y 5w-b-4 mostrados en la figura 120 en un receptor. Estos procesos y procesos homólogos de los procesos pueden realizarse en un decodificador FEC (r712-L1) de cabecera en la trayectoria de señal L1 de un receptor de la figura 114 y en la cabecera (705-L1) FEC en la trayectoria de señal L1 de un transmisor de la figura 113.

El desentrelazador (r712-L1) de tiempo en la trayectoria L1 de un receptor de la figura 81 puede desentrelazar células de bloque L1 o células con patrones, excluyendo otras células tales como cabecera de preámbulo y células piloto. Las células de bloque L1 se representan por células con patrones tal como se muestra en la figura 116. La figura 123 muestra otro ejemplo de un transmisor OFDM que usa segmentos de datos. Este transmisor puede tener una estructura idéntica y puede realizar una función idéntica con el transmisor de la figura 113, a excepción de los bloques añadidos y modificados. El mapeador (1007-L1) de preámbulo puede mapear bloques L1 y cabeceras de bloque L1 que son salidas de la cabecera (705-L1) FEC en símbolos de preámbulo usados en una trama de transmisión. Específicamente, la cabecera de bloque L1 puede repetirse para cada preámbulo y el bloque L1 puede dividirse tanto como un número de preámbulos usados. El entrelazador (1008-L1) de tiempo puede entrelazar bloques L1 que se dividen en preámbulos. En este punto, la cabecera de bloque L1 puede o bien incluirse en el entrelazado o bien no incluirse en el entrelazado. El que la cabecera de bloque L1 se incluya o no, no puede cambiar una estructura de señal de una cabecera de bloque L1 pero puede cambiar un orden de entrelazado y transmisión de bloques L1. El módulo (1015-L1) de repetición L1_XFEC puede repetir los bloques L1_XFEC con entrelazado de tiempo dentro de un ancho de banda de preámbulo. En este punto, la cabecera de bloque L1 puede o bien repetirse dentro de un preámbulo o no repetirse dentro de un preámbulo.

Mediante el uso de los métodos y dispositivos sugeridos, entre otras ventajas es posible implementar una estructura, receptor y transmisor digital eficaz de señalización de capa física.

Mediante la transmisión de información ModCod en cada cabecera de trama BB necesaria para ACM/VCM y la transmisión del resto de señalización de capa física en una cabecera de trama, puede minimizarse la sobrecarga de señalización.

Puede implementarse QAM modificada para una transmisión más eficaz con respecto a la energía o un sistema de difusión digital más robusto con respecto al ruido. El sistema puede incluir un transmisor y receptor para cada ejemplo dado a conocer y sus combinaciones.

Puede implementarse una QAM no uniforme mejorada para una transmisión más eficaz con respecto a la energía o un sistema de difusión digital más robusto con respecto al ruido. También se describe un método del uso de tasa de código del código de corrección de error de NU-MQAM y MQAM. El sistema puede incluir un transmisor y receptor para cada ejemplo dado a conocer y sus combinaciones.

El método de señalización L1 sugerido puede reducir la sobrecarga en un 3~4% minimizando la sobrecarga de 1 señalización durante la unión de canal.

Para los expertos en la técnica será evidente que pueden realizarse diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse de la invención, según las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

5 1. Método para la transmisión de al menos una señal de difusión que tiene datos de servicio para suministrar datos de preámbulo y servicio, comprendiendo el método

codificar los datos de preámbulo;

10 entrelazar en el tiempo los datos de preámbulo codificados mediante una forma de giro de fila-columna, en el que la forma de giro de fila-columna comprende células de entrada que se escriben en serie en una memoria de entrelazado en una dirección diagonal, y se leen en serie por filas;

formar una trama de señal basándose en los datos de servicio y los datos de preámbulo entrelazados en el tiempo;

15 modular la trama de señal mediante un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM; y

transmitir la trama de señal modulada

20 en el que la etapa de entrelazar en el tiempo comprende escribir símbolos de datos de preámbulo en la memoria de entrelazado según direcciones en la memoria de entrelazado, **caracterizado** porque las direcciones se determinan tal como sigue:

para el símbolo de entrada de orden i de la memoria de entrelazado,

25 $C_i = i \bmod W$;

$T_w = C_i \bmod D$;

30 **$R_i = (T_w + (i \operatorname{div} W)) \bmod D$,**

35 donde C_i es un índice de columna y R_i es un índice de fila para el símbolo de entrada de orden i , W es un número de columnas de la memoria de entrelazado, D es un número de filas de la memoria de entrelazado y *Div operation* representa la operación de división que emite un cociente después de la división.

40 2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la codificación de los datos de preámbulo comprende además codificar los datos de preámbulo mediante un esquema de comprobación de paridad de baja densidad, LDPC, acortado y perforado.

3. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende además;

codificar los datos de servicio; y

45 entrelazar en el tiempo los datos de servicio codificados mediante una forma de giro de fila-columna, comprendiendo la forma de giro de fila-columna células de entrada que se escriben en serie en la memoria de entrelazado en una dirección diagonal, y se leen en serie por filas.

50 4. Método según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el entrelazado en el tiempo se realiza considerando posiciones piloto.

5. Método para la recepción de una señal de difusión, que comprende;

55 recibir la señal de difusión incluyendo una trama de señal, comprendiendo la trama de señal símbolos de datos de preámbulo y símbolos de datos de servicio, teniendo los símbolos de datos de preámbulo información de señalización L1 para señalar los símbolos de datos de servicio;

60 demodular la señal de difusión recibida mediante el uso de un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM;

65 desentrelazar en el tiempo los símbolos de datos de preámbulo de la trama de señal mediante una forma de giro de fila-columna, comprendiendo la forma de giro de fila-columna células de entrada que se escriben en serie en una memoria de desentrelazado en una dirección diagonal, y se leen en serie por filas;

demapear los símbolos de datos de preámbulo desentrelazados en el tiempo en bits; y

ES 2 374 649 T3

decodificar los bits mediante un esquema de decodificación de comprobación de paridad de baja densidad, LDPC, acortado y perforado,

5 en el que el desentrelazado en el tiempo comprende escribir los símbolos de datos de preámbulo en la memoria de desentrelazado según direcciones en la memoria de desentrelazado, **caracterizado** porque las direcciones se determinan tal como sigue:

para el símbolo de entrada de orden i de la memoria de desentrelazado,

$$10 \quad C_i = i \bmod W;$$

$$T_w = C_i \bmod D;$$

$$15 \quad \mathbf{R_i = (T_w + (i \operatorname{div} W)) \bmod D,}$$

donde C_i es un índice de columna y R_i es un índice de fila para el símbolo de entrada de orden i , W es un número de columnas de la memoria de desentrelazado, D es un número de filas de la memoria de desentrelazado y *Div operation* representa la operación de división que emite un cociente después de la división.

20

6. Método según la reivindicación 5, **caracterizado** porque comprende además;

25 entrelazar en el tiempo los símbolos de datos de servicio mediante una forma de giro de fila-columna, comprendiendo la forma de giro de fila-columna células de entrada que se escriben en serie en la memoria de desentrelazado en una dirección diagonal, y se leen en serie por filas; y

codificar los símbolos de datos desentrelazados en el tiempo mediante un esquema de comprobación de paridad de baja densidad, LDPC.

30

7. Método según la reivindicación 6, **caracterizado** porque el desentrelazado en el tiempo se realiza considerando posiciones piloto.

35 8. Transmisor para la transmisión de al menos una señal de difusión que tiene datos de servicio para suministrar datos de preámbulo y servicio, comprendiendo el transmisor

medios (102) para codificar los datos de preámbulo;

40 medios (102) para entrelazar en el tiempo los datos de preámbulo codificados mediante una forma de giro de fila-columna, en el que la forma de giro de fila-columna comprende células de entrada que se escriben en una memoria de entrelazado en una dirección diagonal, y se leen en serie por filas;

45 medios (103) para formar una trama de señal basándose en los datos de servicio y los datos de preámbulo entrelazados en el tiempo;

medios (104) para modular la trama de señal mediante un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM); y

50 medios (105) para transmitir la trama de señal modulada,

en el que los medios (102) para entrelazar en el tiempo realizan el entrelazado en el tiempo para los símbolos de datos de preámbulo escribiendo los símbolos de datos de preámbulo en una memoria de entrelazado según direcciones en la memoria de entrelazado, y **caracterizado** porque las direcciones se determinan tal como sigue:

55

para el símbolo de entrada de orden i de la memoria de entrelazado,

$$C_i = i \bmod W;$$

$$60 \quad T_w = C_i \bmod D;$$

$$\mathbf{R_i = (T_w + (i \operatorname{div} W)) \bmod D,}$$

65 donde C_i es un índice de columna y R_i es un índice de fila para el símbolo de entrada de orden i , W es un número de columnas de la memoria de entrelazado, D es un número de filas de la memoria de entrelazado y *Div operation* representa la operación de división que emite un cociente después de la división.

ES 2 374 649 T3

9. Transmisor según la reivindicación 8, **caracterizado** porque codificar los datos de preámbulo comprende además codificar los datos de preámbulo mediante un esquema de comprobación de paridad de baja densidad, LDPC, acortado/perforado.

5 10. Transmisor según la reivindicación 8, **caracterizado** porque comprende además;

medios (102) para codificar los datos de servicio;

10 medios (102) para entrelazar en el tiempo los datos de servicio codificados mediante una forma de giro de fila-columna, en el que la forma de giro de fila-columna comprende células de entrada que se escriben en serie en la memoria de entrelazado en una dirección diagonal, y se leen en serie por filas.

15 11. Transmisor según la reivindicación 8, **caracterizado** porque los medios (102) para entrelazar en el tiempo realizan el entrelazado en el tiempo sin considerar las posiciones piloto.

12. Receptor para la recepción de una señal de difusión, que comprende;

20 medios para recibir la señal de difusión incluyendo una trama de señal, comprendiendo la trama de señal símbolos de datos de preámbulo y símbolos de datos de servicio, teniendo los símbolos de datos de preámbulo información de señalización L1 para señalar los símbolos de datos de servicio,

25 medios (r104) para demodular la señal de difusión recibida mediante el uso de un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM;

medios (r102) para desentrelazar en el tiempo los símbolos de datos de preámbulo de la trama de señal mediante una forma de giro de fila-columna, comprendiendo la forma de giro de fila-columna células de entrada que se escriben en serie en una memoria de desentrelazado en una dirección diagonal, y se leen en serie por filas;

30 medios (r102) para demapear los símbolos de datos de preámbulo desentrelazados en el tiempo en bits; y

medios (r102) para decodificar los bits usando un esquema de decodificación de comprobación de paridad de baja densidad, LDPC, acortado y perforado,

35 en el que los medios (r102) para desentrelazar en el tiempo realizan desentrelazado en el tiempo para los símbolos de datos de preámbulo escribiendo los símbolos de datos de preámbulo en la memoria de desentrelazado según direcciones en la memoria de desentrelazado, **caracterizado** porque las direcciones se determinan tal como sigue:

40 para el símbolo de entrada de orden i de la memoria de desentrelazado,

$$C_i = i \bmod W;$$

$$T_w = C_i \bmod D;$$

$$45 \quad \mathbf{R_i = (T_w + (i \operatorname{div} W)) \bmod D,}$$

50 donde C_i es un índice de columna y R_i es un índice de fila para el símbolo de entrada de orden i , W es un número de columnas de la memoria de desentrelazado, D es un número de filas de la memoria de desentrelazado y *Div operation* representa la operación de división que emite un cociente después de la división.

55 13. Receptor según la reivindicación 12, **caracterizado** porque los medios (r102) para desentrelazar en el tiempo realizan el desentrelazado en el tiempo de los símbolos de datos de servicio mediante una forma de giro de fila-columna, en el que las células de entrada se escriben en serie en la memoria de desentrelazado en una dirección diagonal, y se leen en serie por filas; y

los medios (r102) para decodificar realizan la decodificación de los símbolos de datos desentrelazados en el tiempo usando un esquema de decodificación LDPC.

60 14. Receptor según la reivindicación 12, **caracterizado** porque los medios (r102) para desentrelazar en el tiempo realizan el desentrelazado en el tiempo sin considerar las posiciones piloto.

65

Fig. 1

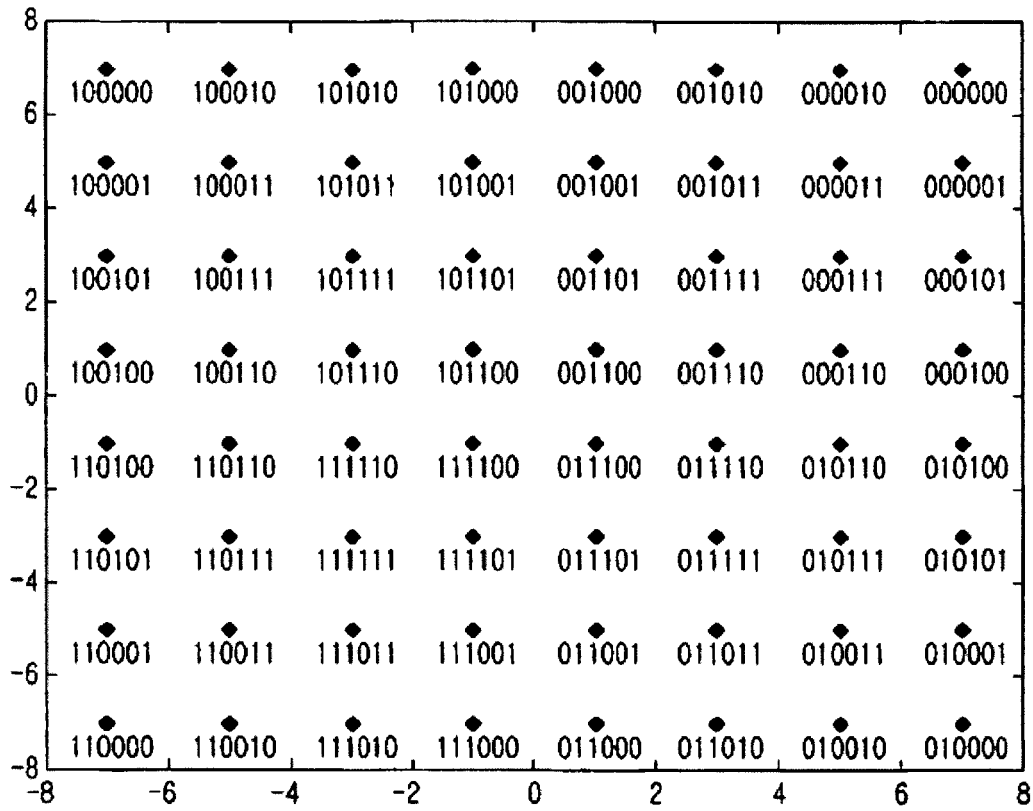


Fig. 2

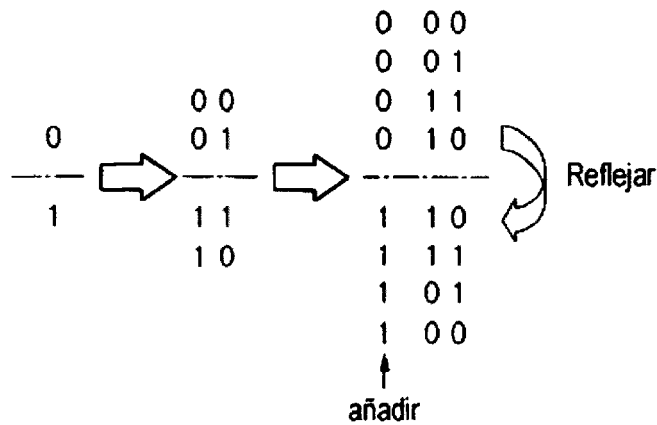


Fig. 3

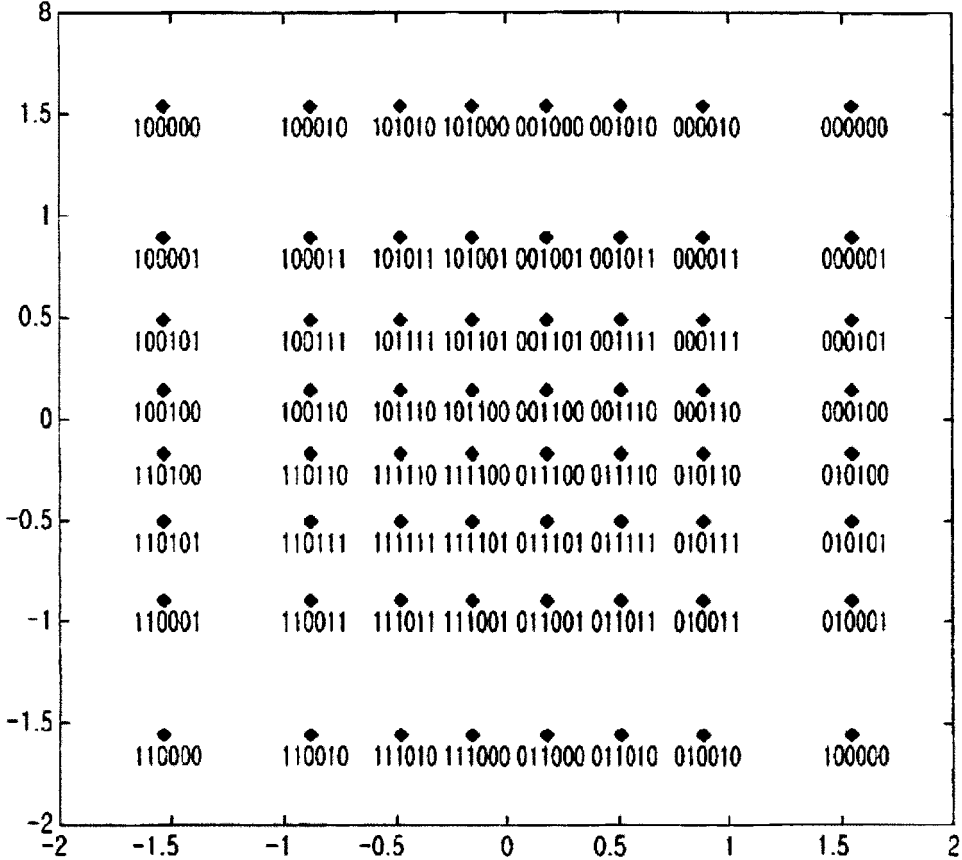


Fig. 4

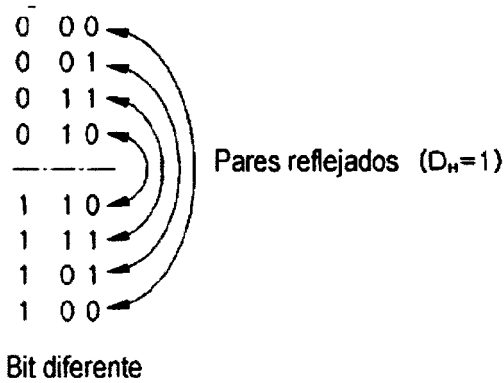


Fig. 5

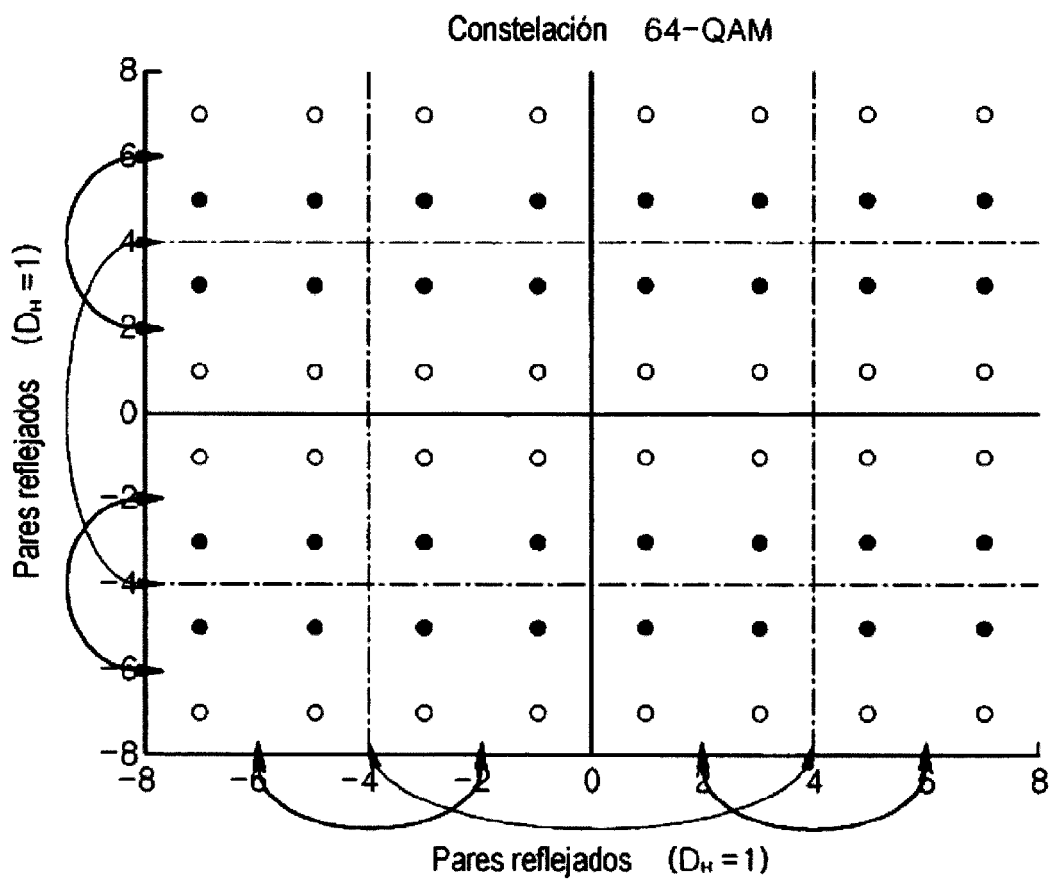
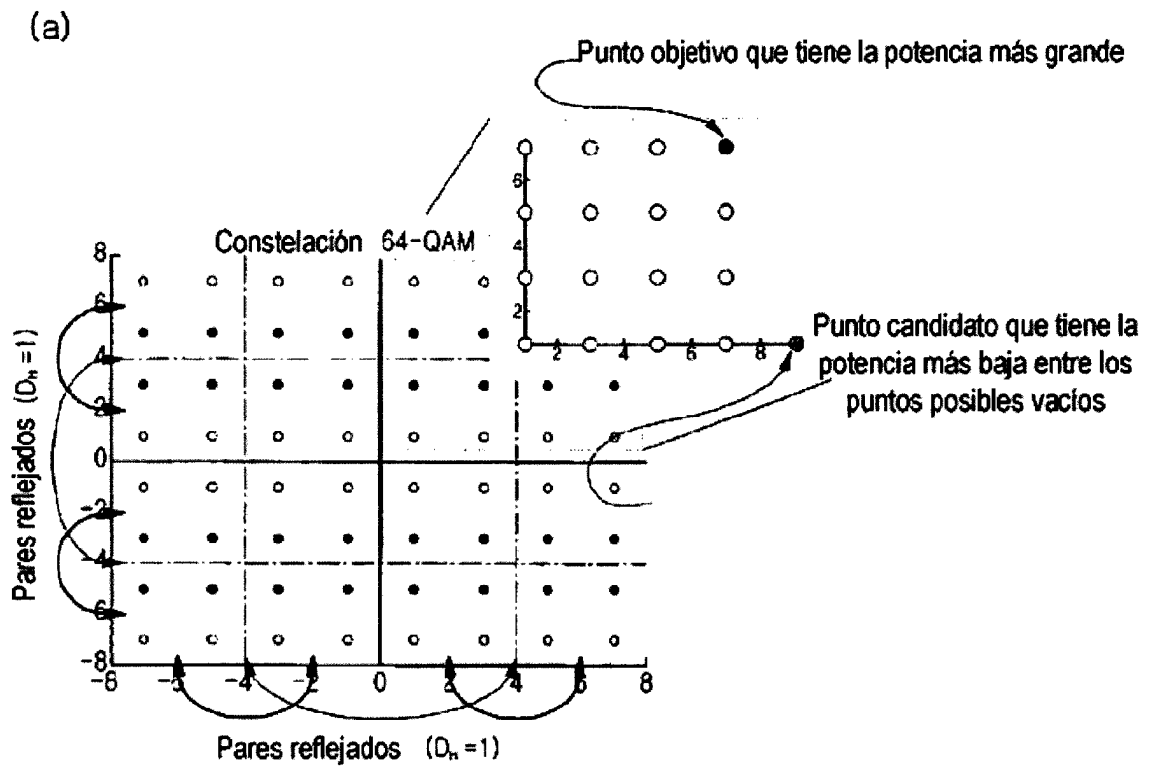


Fig. 6



(b)

• Punto candidato es el punto vecino más próximo del par reflejado del punto objetivo

P_t : Potencia del punto objetivo
 P_c : Potencia del punto candidato
 P_s : Potencia de cada uno de los puntos de dispersión

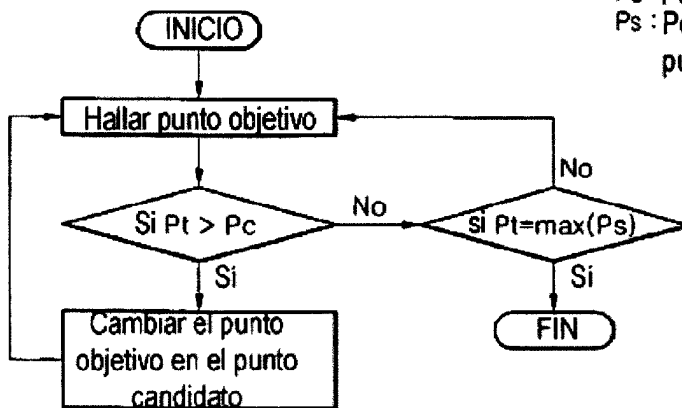


Fig. 7

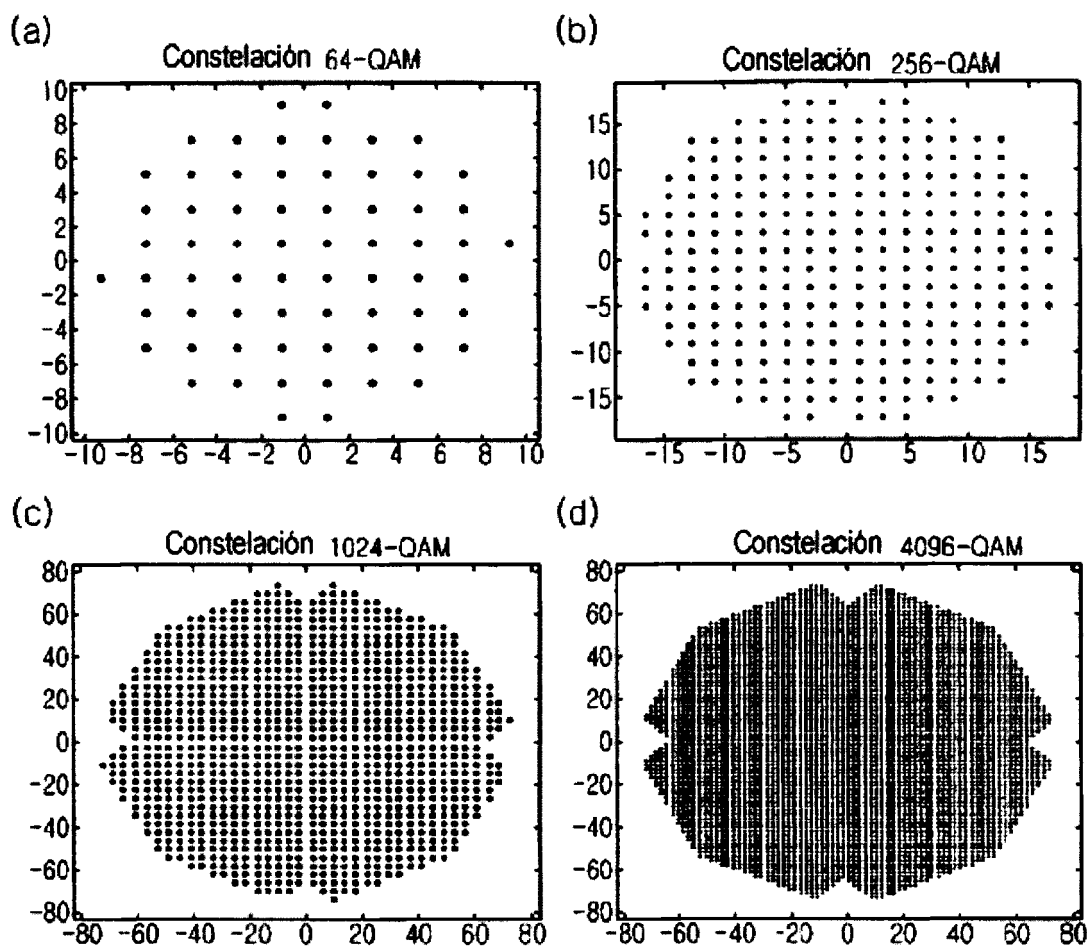


Fig. 8

Valor	Dispersión
0	9 + 11
1	7 + 5
2	5 + 7
3	5 + 5
4	7 + 11
5	7 + 3
6	5 + 11
7	5 + 3
8	1 + 7
9	1 + 5
10	3 + 7
11	3 + 5
12	1 + 1
13	1 + 3
14	3 + 1
15	3 + 3
16	1 - 9
17	7 - 5
18	5 - 7
19	5 - 5
20	7 - 1
21	7 - 3
22	5 - 1
23	5 - 3
24	1 - 7
25	1 - 5
26	3 - 7
27	3 - 5
28	1 - 1
29	1 - 3
30	3 - 1

Fig. 9

31	3 - 3i
32	-1 + 9i
33	-7 + 5i
34	-5 + 7i
35	-5 + 5i
36	-7 + 1i
37	-7 + 3i
38	-5 + 1i
39	-5 + 3i
40	-1 + 7i
41	-1 + 5i
42	-3 + 7i
43	-3 + 5i
44	-1 + 1i
45	-1 + 3i
46	-3 + 1i
47	-3 + 3i
48	-9 - 1i
49	-7 - 5i
50	-5 - 7i
51	-5 - 5i
52	-7 - 1i
53	-7 - 3i
54	-5 - 1i
55	-5 - 3i
56	-1 - 7i
57	-1 - 5i
58	-3 - 7i
59	-3 - 5i
60	-1 - 1i
61	-1 - 3i
62	-3 - 1i
63	-3 - 3i

Fig. 10

	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión
0	64	1 - 17i	128	-1 + 17i	192	-17 - 11i		
1	65	17 - 3i	129	-17 + 3i	193	-17 - 3i		
2	66	3 - 17i	130	-3 + 17i	194	-3 - 17i		
3	67	13 - 13i	131	-13 + 13i	195	-13 - 13i		
4	68	15 - 9i	132	-15 + 9i	196	-15 - 9i		
5	69	17 - 5i	133	-17 + 5i	197	-17 - 5i		
6	70	13 - 9i	134	-13 + 9i	198	-13 - 9i		
7	71	13 - 11i	135	-13 + 11i	199	-13 - 11i		
8	72	9 - 15i	136	-9 + 15i	200	-9 - 15i		
9	73	9 - 13i	137	-9 + 13i	201	-9 - 13i		
10	74	5 - 17i	138	-5 + 17i	202	-5 - 17i		
11	75	11 - 13i	139	-11 + 13i	203	-11 - 13i		
12	76	9 - 9i	140	-9 + 9i	204	-9 - 9i		
13	77	9 - 11i	141	-9 + 11i	205	-9 - 11i		
14	78	11 - 9i	142	-11 + 9i	206	-11 - 9i		
15	79	11 - 11i	143	-11 + 11i	207	-11 - 11i		
16	80	15 - 1i	144	-15 + 1i	208	-15 - 1i		
17	81	15 - 3i	145	-15 + 3i	209	-15 - 3i		
18	82	13 - 1i	146	-13 + 1i	210	-13 - 1i		
19	83	13 - 3i	147	-13 + 3i	211	-13 - 3i		
20	84	15 - 7i	148	-15 + 7i	212	-15 - 7i		
21	85	15 - 5i	149	-15 + 5i	213	-15 - 5i		
22	86	13 - 7i	150	-13 + 7i	214	-13 - 7i		
23	87	13 - 5i	151	-13 + 5i	215	-13 - 5i		
24	88	9 - 1i	152	-9 + 1i	216	-9 - 1i		
25	89	9 - 3i	153	-9 + 3i	217	-9 - 3i		
26	90	11 - 1i	154	-11 + 1i	218	-11 - 1i		
27	91	11 - 3i	155	-11 + 3i	219	-11 - 3i		
28	92	9 - 7i	156	-9 + 7i	220	-9 - 7i		
29	93	9 - 5i	157	-9 + 5i	221	-9 - 5i		
30	94	11 - 7i	158	-11 + 7i	222	-11 - 7i		

Fig. 11

31	11 + 5i	95	11 - 5i	159	-11 + 5i	223	-11 - 5i
32	1 + 15i	96	1 - 15i	160	-1 + 15i	224	-1 - 15i
33	1 + 13i	97	1 - 13i	161	-1 + 13i	225	-1 - 13i
34	3 + 15i	98	3 - 15i	162	-3 + 15i	226	-3 - 15i
35	3 + 13i	99	3 - 13i	163	-3 + 13i	227	-3 - 13i
36	1 + 9i	100	1 - 9i	164	-1 + 9i	228	-1 - 9i
37	1 + 11i	101	1 - 11i	165	-1 + 11i	229	-1 - 11i
38	3 + 9i	102	3 - 9i	166	-3 + 9i	230	-3 - 9i
39	3 + 11i	103	3 - 11i	167	-3 + 11i	231	-3 - 11i
40	7 + 15i	104	7 - 15i	168	-7 + 15i	232	-7 - 15i
41	7 + 13i	105	7 - 13i	169	-7 + 13i	233	-7 - 13i
42	5 + 15i	106	5 - 15i	170	-5 + 15i	234	-5 - 15i
43	5 + 13i	107	5 - 13i	171	-5 + 13i	235	-5 - 13i
44	7 + 9i	108	7 - 9i	172	-7 + 9i	236	-7 - 9i
45	7 + 11i	109	7 - 11i	173	-7 + 11i	237	-7 - 11i
46	5 + 9i	110	5 - 9i	174	-5 + 9i	238	-5 - 9i
47	5 + 11i	111	5 - 11i	175	-5 + 11i	239	-5 - 11i
48	1 + 1i	112	1 - 1i	176	-1 + 1i	240	-1 - 1i
49	1 + 3i	113	1 - 3i	177	-1 + 3i	241	-1 - 3i
50	3 + 1i	114	3 - 1i	178	-3 + 1i	242	-3 - 1i
51	3 + 3i	115	3 - 3i	179	-3 + 3i	243	-3 - 3i
52	1 + 7i	116	1 - 7i	180	-1 + 7i	244	-1 - 7i
53	1 + 5i	117	1 - 5i	181	-1 + 5i	245	-1 - 5i
54	3 + 7i	118	3 - 7i	182	-3 + 7i	246	-3 - 7i
55	3 + 5i	119	3 - 5i	183	-3 + 5i	247	-3 - 5i
56	7 + 1i	120	7 - 1i	184	-7 + 1i	248	-7 - 1i
57	7 + 3i	121	7 - 3i	185	-7 + 3i	249	-7 - 3i
58	5 + 1i	122	5 - 1i	186	-5 + 1i	250	-5 - 1i
59	5 + 3i	123	5 - 3i	187	-5 + 3i	251	-5 - 3i
60	7 + 7i	124	7 - 7i	188	-7 + 7i	252	-7 - 7i
61	7 + 5i	125	7 - 5i	189	-7 + 5i	253	-7 - 5i
62	5 + 7i	126	5 - 7i	190	-5 + 7i	254	-5 - 7i
63	5 + 5i	127	5 - 5i	191	-5 + 5i	255	-5 - 5i

Fig. 13

31	27 + 21	95	27 + 11	159	5 + 21	223	5 + 11	287	27 - 21	351	27 - 11	415	5 - 21	479	5 - 11
32	17 + 31	96	17 + 1	160	15 + 31	224	15 + 1	288	17 - 31	352	17 - 1	416	15 - 31	480	15 - 1
33	17 + 29	97	17 + 3	161	15 + 29	225	15 + 3	289	17 - 29	353	17 - 3	417	15 - 29	481	15 - 3
34	13 + 33	98	19 + 1	162	13 + 31	226	13 + 1	290	13 - 33	354	19 - 1	418	13 - 31	482	13 - 1
35	19 + 29	99	19 + 3	163	13 + 29	227	13 + 3	291	19 - 29	355	19 - 3	419	13 - 29	483	13 - 3
36	17 + 25	100	17 + 7	164	15 + 25	228	15 + 7	292	17 - 25	356	17 - 7	420	15 - 25	484	15 - 7
37	17 + 27	101	17 + 5	165	15 + 27	229	15 + 5	293	17 - 27	357	17 - 5	421	15 - 27	485	15 - 5
38	19 + 25	102	19 + 7	166	13 + 25	230	13 + 7	294	19 - 25	358	19 - 7	422	13 - 25	486	13 - 7
39	19 + 27	103	19 + 5	167	13 + 27	231	13 + 5	295	19 - 27	359	19 - 5	423	13 - 27	487	13 - 5
40	9 + 33	104	23 + 1	168	9 + 31	232	9 + 1	296	9 - 33	360	23 - 1	424	9 - 31	488	9 - 1
41	9 + 35	105	23 + 3	169	9 + 29	233	9 + 3	297	9 - 35	361	23 - 3	425	9 - 29	489	9 - 3
42	11 + 33	106	21 + 1	170	11 + 31	234	11 + 1	298	11 - 33	362	21 - 1	426	11 - 31	490	11 - 1
43	21 + 29	107	21 + 3	171	11 + 29	235	11 + 3	299	21 - 29	363	21 - 3	427	11 - 29	491	11 - 3
44	23 + 25	108	23 + 7	172	9 + 25	236	9 + 7	300	23 - 25	364	23 - 7	428	9 - 25	492	9 - 7
45	23 + 27	109	23 + 5	173	9 + 27	237	9 + 5	301	23 - 27	365	23 - 5	429	9 - 27	493	9 - 5
46	21 + 25	110	21 + 7	174	11 + 25	238	11 + 7	302	21 - 25	366	21 - 7	430	11 - 25	494	11 - 7
47	21 + 27	111	21 + 5	175	11 + 27	239	11 + 5	303	21 - 27	367	21 - 5	431	11 - 27	495	11 - 5
48	17 + 17	112	17 + 15	176	15 + 17	240	15 + 15	304	17 - 17	368	17 - 15	432	15 - 17	496	15 - 15
49	17 + 19	113	17 + 13	177	15 + 19	241	15 + 13	305	17 - 19	369	17 - 13	433	15 - 19	497	15 - 13
50	19 + 17	114	19 + 15	178	13 + 17	242	13 + 15	306	19 - 17	370	19 - 15	434	13 - 17	498	13 - 15
51	19 + 19	115	19 + 13	179	13 + 19	243	13 + 13	307	19 - 19	371	19 - 13	435	13 - 19	499	13 - 13
52	17 + 23	116	17 + 9	180	15 + 23	244	15 + 9	308	17 - 23	372	17 - 9	436	15 - 23	500	15 - 9
53	17 + 21	117	17 + 11	181	15 + 21	245	15 + 11	309	17 - 21	373	17 - 11	437	15 - 21	501	15 - 11
54	19 + 23	118	19 + 9	182	13 + 23	246	13 + 9	310	19 - 23	374	19 - 9	438	13 - 23	502	13 - 9
55	19 + 21	119	19 + 11	183	13 + 21	247	13 + 11	311	19 - 21	375	19 - 11	439	13 - 21	503	13 - 11
56	23 + 17	120	23 + 15	184	9 + 17	248	9 + 15	312	23 - 17	376	23 - 15	440	9 - 17	504	9 - 15
57	23 + 19	121	23 + 13	185	9 + 19	249	9 + 13	313	23 - 19	377	23 - 13	441	9 - 19	505	9 - 13
58	21 + 17	122	21 + 15	186	11 + 17	250	11 + 15	314	21 - 17	378	21 - 15	442	11 - 17	506	11 - 15
59	21 + 19	123	21 + 13	187	11 + 19	251	11 + 13	315	21 - 19	379	21 - 13	443	11 - 19	507	11 - 13
60	23 + 23	124	23 + 9	188	9 + 23	252	9 + 9	316	23 - 23	380	23 - 9	444	9 - 23	508	9 - 9
61	23 + 21	125	23 + 11	189	9 + 21	253	9 + 11	317	23 - 21	381	23 - 11	445	9 - 21	509	9 - 11
62	21 + 23	126	21 + 9	190	11 + 23	254	11 + 9	318	21 - 23	382	21 - 9	446	11 - 23	510	11 - 9
63	21 + 21	127	21 + 11	191	11 + 21	255	11 + 11	319	21 - 21	383	21 - 11	447	11 - 21	511	11 - 11

Fig. 14

Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión
512	-1 + 33i	576	-31 + 1i	640	-1 + 31i	704	-1 + 1i	768	-33 - 1i	832	-31 - 1i	896	-1 - 31i	960	-1 - 1i				
513	-33 + 3i	577	-31 + 3i	641	-1 + 29i	705	-1 + 3i	769	-33 - 3i	833	-31 - 3i	897	-1 - 29i	961	-1 - 3i				
514	-3 + 33i	578	-29 + 1i	642	-3 + 31i	706	-3 + 1i	770	-3 - 33i	834	-29 - 1i	898	-3 - 31i	962	-3 - 1i				
515	-3 + 35i	579	-29 + 3i	643	-3 + 29i	707	-3 + 3i	771	-35 - 3i	835	-29 - 3i	899	-3 - 29i	963	-3 - 3i				
516	-33 + 7i	580	-31 + 7i	644	-1 + 25i	708	-1 + 7i	772	-33 - 7i	836	-31 - 7i	900	-1 - 25i	964	-1 - 7i				
517	-33 + 5i	581	-31 + 5i	645	-1 + 27i	709	-1 + 5i	773	-33 - 5i	837	-31 - 5i	901	-1 - 27i	965	-1 - 5i				
518	-35 + 7i	582	-29 + 7i	646	-3 + 25i	710	-3 + 7i	774	-35 - 7i	838	-29 - 7i	902	-3 - 25i	966	-3 - 7i				
519	-35 + 5i	583	-29 + 5i	647	-3 + 27i	711	-3 + 5i	775	-35 - 5i	839	-29 - 5i	903	-3 - 27i	967	-3 - 5i				
520	-7 + 33i	584	-25 + 1i	648	-7 + 31i	712	-7 + 1i	776	-7 - 33i	840	-25 - 1i	904	-7 - 31i	968	-7 - 1i				
521	-7 + 35i	585	-25 + 3i	649	-7 + 29i	713	-7 + 3i	777	-7 - 35i	841	-25 - 3i	905	-7 - 29i	969	-7 - 3i				
522	-5 + 33i	586	-27 + 1i	650	-5 + 31i	714	-5 + 1i	778	-5 - 33i	842	-27 - 1i	906	-5 - 31i	970	-5 - 1i				
523	-5 + 35i	587	-27 + 3i	651	-5 + 29i	715	-5 + 3i	779	-5 - 35i	843	-27 - 3i	907	-5 - 29i	971	-5 - 3i				
524	-25 + 25i	588	-25 + 7i	652	-7 + 25i	716	-7 + 7i	780	-25 - 25i	844	-25 - 7i	908	-7 - 25i	972	-7 - 7i				
525	-25 + 27i	589	-25 + 5i	653	-7 + 27i	717	-7 + 5i	781	-25 - 27i	845	-25 - 5i	909	-7 - 27i	973	-7 - 5i				
526	-27 + 25i	590	-27 + 7i	654	-5 + 25i	718	-5 + 7i	782	-27 - 25i	846	-27 - 7i	910	-5 - 25i	974	-5 - 7i				
527	-5 + 37i	591	-27 + 5i	655	-5 + 27i	719	-5 + 5i	783	-37 - 5i	847	-27 - 5i	911	-5 - 27i	975	-5 - 5i				
528	-31 + 17i	592	-31 + 15i	656	-1 + 17i	720	-1 + 15i	784	-31 - 17i	848	-31 - 15i	912	-1 - 17i	976	-1 - 15i				
529	-33 + 13i	593	-31 + 13i	657	-1 + 19i	721	-1 + 13i	785	-33 - 13i	849	-31 - 13i	913	-1 - 19i	977	-1 - 13i				
530	-29 + 17i	594	-29 + 15i	658	-3 + 17i	722	-3 + 15i	786	-29 - 17i	850	-29 - 15i	914	-3 - 17i	978	-3 - 15i				
531	-29 + 19i	595	-29 + 13i	659	-3 + 19i	723	-3 + 13i	787	-29 - 19i	851	-29 - 13i	915	-3 - 19i	979	-3 - 13i				
532	-33 + 9i	596	-31 + 9i	660	-1 + 23i	724	-1 + 9i	788	-33 - 9i	852	-31 - 9i	916	-1 - 23i	980	-1 - 9i				
533	-33 + 11i	597	-31 + 11i	661	-1 + 21i	725	-1 + 11i	789	-33 - 11i	853	-31 - 11i	917	-1 - 21i	981	-1 - 11i				
534	-35 + 9i	598	-29 + 9i	662	-3 + 23i	726	-3 + 9i	790	-35 - 9i	854	-29 - 9i	918	-3 - 23i	982	-3 - 9i				
535	-29 + 21i	599	-29 + 11i	663	-3 + 21i	727	-3 + 11i	791	-29 - 21i	855	-29 - 11i	919	-3 - 21i	983	-3 - 11i				
536	-25 + 17i	600	-25 + 15i	664	-7 + 17i	728	-7 + 15i	792	-25 - 17i	856	-25 - 15i	920	-7 - 17i	984	-7 - 15i				
537	-25 + 19i	601	-25 + 13i	665	-7 + 19i	729	-7 + 13i	793	-25 - 19i	857	-25 - 13i	921	-7 - 19i	985	-7 - 13i				
538	-27 + 17i	602	-27 + 15i	666	-5 + 17i	730	-5 + 15i	794	-27 - 17i	858	-27 - 15i	922	-5 - 17i	986	-5 - 15i				
539	-27 + 19i	603	-27 + 13i	667	-5 + 19i	731	-5 + 13i	795	-27 - 19i	859	-27 - 13i	923	-5 - 19i	987	-5 - 13i				
540	-25 + 23i	604	-25 + 9i	668	-7 + 23i	732	-7 + 9i	796	-25 - 23i	860	-25 - 9i	924	-7 - 23i	988	-7 - 9i				

Fig. 16

31	69 + 11i	95	69 + 21i	159	37 + 53i	223	37 + 43i	287	59 + 11i	351	59 + 21i	415	37 + 11i	479	37 + 21i
32	15 + 65i	96	49 + 33i	160	17 + 65i	224	47 + 33i	286	49 + 1i	352	49 + 31i	416	47 + 1i	480	47 + 31i
33	15 + 67i	97	49 + 35i	161	17 + 67i	225	47 + 35i	289	49 + 3i	353	49 + 29i	417	47 + 3i	481	47 + 29i
34	13 + 65i	98	51 + 33i	162	19 + 65i	226	45 + 33i	290	51 + 1i	354	51 + 31i	418	45 + 1i	482	45 + 31i
35	13 + 67i	99	51 + 35i	163	19 + 67i	227	45 + 35i	291	51 + 3i	355	51 + 29i	419	45 + 3i	483	45 + 29i
36	15 + 71i	100	49 + 39i	164	17 + 71i	228	47 + 39i	292	49 + 7i	356	49 + 25i	420	47 + 7i	484	47 + 25i
37	15 + 69i	101	49 + 37i	165	17 + 69i	229	47 + 37i	293	49 + 5i	357	49 + 27i	421	47 + 5i	485	47 + 27i
38	13 + 71i	102	51 + 39i	166	45 + 57i	230	45 + 39i	294	51 + 7i	358	51 + 25i	422	45 + 7i	486	45 + 25i
39	13 + 69i	103	51 + 37i	167	19 + 69i	231	45 + 37i	295	51 + 5i	359	51 + 27i	423	45 + 5i	487	45 + 27i
40	9 + 65i	104	55 + 33i	168	23 + 65i	232	41 + 33i	296	55 + 1i	360	55 + 31i	424	41 + 1i	488	41 + 31i
41	9 + 67i	105	55 + 35i	169	23 + 67i	233	41 + 35i	297	55 + 3i	361	55 + 29i	425	41 + 3i	489	41 + 29i
42	11 + 65i	106	53 + 33i	170	21 + 65i	234	43 + 33i	298	53 + 1i	362	53 + 31i	426	43 + 1i	490	43 + 31i
43	11 + 67i	107	53 + 35i	171	21 + 67i	235	43 + 35i	299	53 + 3i	363	53 + 29i	427	43 + 3i	491	43 + 29i
44	9 + 71i	108	55 + 39i	172	41 + 57i	236	41 + 39i	300	55 + 7i	364	55 + 25i	428	41 + 7i	492	41 + 25i
45	9 + 69i	109	55 + 37i	173	41 + 59i	237	41 + 37i	301	55 + 5i	365	55 + 27i	429	41 + 5i	493	41 + 27i
46	11 + 71i	110	53 + 39i	174	43 + 57i	238	43 + 39i	302	53 + 7i	366	53 + 25i	430	43 + 7i	494	43 + 25i
47	11 + 69i	111	53 + 37i	175	21 + 69i	239	43 + 37i	303	53 + 5i	367	53 + 27i	431	43 + 5i	495	43 + 27i
48	49 + 49i	112	49 + 47i	176	47 + 49i	240	47 + 47i	304	49 + 15i	368	49 + 17i	432	47 + 15i	496	47 + 17i
49	49 + 51i	113	49 + 45i	177	47 + 51i	241	47 + 45i	305	49 + 13i	369	49 + 19i	433	47 + 13i	497	47 + 19i
50	51 + 49i	114	51 + 47i	178	45 + 49i	242	45 + 47i	306	51 + 15i	370	51 + 17i	434	45 + 15i	498	45 + 17i
51	51 + 51i	115	51 + 45i	179	45 + 51i	243	45 + 45i	307	51 + 13i	371	51 + 19i	435	45 + 13i	499	45 + 19i
52	49 + 55i	116	49 + 41i	180	47 + 55i	244	47 + 41i	308	49 + 9i	372	49 + 23i	436	47 + 9i	500	47 + 23i
53	49 + 53i	117	49 + 43i	181	47 + 53i	245	47 + 43i	309	49 + 11i	373	49 + 21i	437	47 + 11i	501	47 + 21i
54	13 + 73i	118	51 + 41i	182	45 + 55i	246	45 + 41i	310	51 + 9i	374	51 + 23i	438	45 + 9i	502	45 + 23i
55	51 + 53i	119	51 + 43i	183	45 + 53i	247	45 + 43i	311	51 + 11i	375	51 + 21i	439	45 + 11i	503	45 + 21i
56	55 + 49i	120	55 + 47i	184	41 + 49i	248	41 + 47i	312	55 + 15i	376	55 + 17i	440	41 + 15i	504	41 + 17i
57	73 + 13i	121	55 + 45i	185	41 + 51i	249	41 + 45i	313	55 + 13i	377	55 + 19i	441	41 + 13i	505	41 + 19i
58	53 + 49i	122	53 + 47i	186	43 + 49i	250	43 + 47i	314	53 + 15i	378	53 + 17i	442	43 + 15i	506	43 + 17i
59	53 + 51i	123	53 + 45i	187	43 + 51i	251	43 + 45i	315	53 + 13i	379	53 + 19i	443	43 + 13i	507	43 + 19i
60	73 + 9i	124	55 + 41i	188	41 + 55i	252	41 + 41i	316	55 + 9i	380	55 + 23i	444	41 + 9i	508	41 + 23i
61	73 + 11i	125	55 + 43i	189	41 + 53i	253	41 + 43i	317	55 + 11i	381	55 + 21i	445	41 + 11i	509	41 + 21i
62	11 + 73i	126	53 + 41i	190	43 + 55i	254	43 + 41i	318	53 + 9i	382	53 + 23i	446	43 + 9i	510	43 + 23i
63	53 + 53i	127	53 + 43i	191	43 + 53i	255	43 + 43i	319	53 + 11i	383	53 + 21i	447	43 + 11i	511	43 + 21i

Fig. 17

31	69 + 11i	95	69 + 21i	159	37 + 53i	223	37 + 43i	287	59 + 11i	351	59 + 21i	415	37 + 11i	479	37 + 21i
32	15 + 65i	96	49 + 33i	160	17 + 65i	224	47 + 33i	288	49 + 1i	352	49 + 31i	416	47 + 1i	480	47 + 31i
33	15 + 67i	97	49 + 35i	161	17 + 67i	225	47 + 35i	289	49 + 3i	353	49 + 29i	417	47 + 3i	481	47 + 29i
34	13 + 65i	98	51 + 33i	162	19 + 65i	226	45 + 33i	290	51 + 1i	354	51 + 31i	418	45 + 1i	482	45 + 31i
35	13 + 67i	99	51 + 35i	163	19 + 67i	227	45 + 35i	291	51 + 3i	355	51 + 29i	419	45 + 3i	483	45 + 29i
36	15 + 71i	100	49 + 39i	164	17 + 71i	228	47 + 39i	292	49 + 7i	356	49 + 25i	420	47 + 7i	484	47 + 25i
37	15 + 69i	101	49 + 37i	165	17 + 69i	229	47 + 37i	293	49 + 5i	357	49 + 27i	421	47 + 5i	485	47 + 27i
38	13 + 71i	102	51 + 39i	166	45 + 57i	230	45 + 39i	294	51 + 7i	358	51 + 25i	422	45 + 7i	486	45 + 25i
39	13 + 69i	103	51 + 37i	167	19 + 69i	231	45 + 37i	295	51 + 5i	359	51 + 27i	423	45 + 5i	487	45 + 27i
40	9 + 65i	104	55 + 33i	168	23 + 65i	232	41 + 33i	296	55 + 1i	360	55 + 31i	424	41 + 1i	488	41 + 31i
41	9 + 67i	105	55 + 35i	169	23 + 67i	233	41 + 35i	297	55 + 3i	361	55 + 29i	425	41 + 3i	489	41 + 29i
42	11 + 65i	106	53 + 33i	170	21 + 65i	234	43 + 33i	298	53 + 1i	362	53 + 31i	426	43 + 1i	490	43 + 31i
43	11 + 67i	107	53 + 35i	171	21 + 67i	235	43 + 35i	299	53 + 3i	363	53 + 29i	427	43 + 3i	491	43 + 29i
44	9 + 71i	108	55 + 39i	172	41 + 57i	236	41 + 39i	300	55 + 7i	364	55 + 25i	428	41 + 7i	492	41 + 25i
45	9 + 69i	109	55 + 37i	173	41 + 59i	237	41 + 37i	301	55 + 5i	365	55 + 27i	429	41 + 5i	493	41 + 27i
46	11 + 71i	110	53 + 39i	174	43 + 57i	238	43 + 39i	302	53 + 7i	366	53 + 25i	430	43 + 7i	494	43 + 25i
47	11 + 69i	111	53 + 37i	175	21 + 69i	239	43 + 37i	303	53 + 5i	367	53 + 27i	431	43 + 5i	495	43 + 27i
48	49 + 49i	112	49 + 47i	176	47 + 49i	240	47 + 47i	304	49 + 15i	368	49 + 17i	432	47 + 15i	496	47 + 17i
49	49 + 51i	113	49 + 45i	177	47 + 51i	241	47 + 45i	305	49 + 13i	369	49 + 19i	433	47 + 13i	497	47 + 19i
50	51 + 49i	114	51 + 47i	178	45 + 49i	242	45 + 47i	306	51 + 15i	370	51 + 17i	434	45 + 15i	498	45 + 17i
51	51 + 51i	115	51 + 45i	179	45 + 51i	243	45 + 45i	307	51 + 13i	371	51 + 19i	435	45 + 13i	499	45 + 19i
52	49 + 55i	116	49 + 41i	180	47 + 55i	244	47 + 41i	308	49 + 9i	372	49 + 23i	436	47 + 9i	500	47 + 23i
53	49 + 53i	117	49 + 43i	181	47 + 53i	245	47 + 43i	309	49 + 11i	373	49 + 21i	437	47 + 11i	501	47 + 21i
54	13 + 73i	118	51 + 41i	182	45 + 55i	246	45 + 41i	310	51 + 9i	374	51 + 23i	438	45 + 9i	502	45 + 23i
55	51 + 53i	119	51 + 43i	183	45 + 53i	247	45 + 43i	311	51 + 11i	375	51 + 21i	439	45 + 11i	503	45 + 21i
56	55 + 49i	120	55 + 47i	184	41 + 49i	248	41 + 47i	312	55 + 15i	376	55 + 17i	440	41 + 15i	504	41 + 17i
57	73 + 13i	121	55 + 45i	185	41 + 51i	249	41 + 45i	313	55 + 13i	377	55 + 19i	441	41 + 13i	505	41 + 19i
58	53 + 49i	122	53 + 47i	186	43 + 49i	250	43 + 47i	314	53 + 15i	378	53 + 17i	442	43 + 15i	506	43 + 17i
59	53 + 51i	123	53 + 45i	187	43 + 51i	251	43 + 45i	315	53 + 13i	379	53 + 19i	443	43 + 13i	507	43 + 19i
60	73 + 9i	124	55 + 41i	188	41 + 55i	252	41 + 41i	316	55 + 9i	380	55 + 23i	444	41 + 9i	508	41 + 23i
61	73 + 11i	125	55 + 43i	189	41 + 53i	253	41 + 43i	317	55 + 11i	381	55 + 21i	445	41 + 11i	509	41 + 21i
62	11 + 73i	126	53 + 41i	190	43 + 55i	254	43 + 41i	318	53 + 9i	382	53 + 23i	446	43 + 9i	510	43 + 23i
63	53 + 53i	127	53 + 43i	191	43 + 53i	255	43 + 43i	319	53 + 11i	383	53 + 21i	447	43 + 11i	511	43 + 21i

Fig. 19

541	7 + 53i	605	7 + 43i	669	25 + 53i	733	25 + 43i	797	7 + 11i	861	7 + 21i	925	25 + 11i	989	25 + 21i
542	5 + 55i	606	5 + 41i	670	27 + 55i	734	27 + 41i	798	5 + 9i	862	5 + 23i	926	27 + 9i	990	27 + 23i
543	5 + 53i	607	5 + 43i	671	27 + 53i	735	27 + 43i	799	5 + 11i	863	5 + 21i	927	27 + 11i	991	27 + 21i
544	15 + 63i	608	15 + 33i	672	17 + 63i	736	17 + 33i	800	15 + 1i	864	15 + 31i	928	17 + 1i	992	17 + 31i
545	15 + 61i	609	15 + 35i	673	17 + 61i	737	17 + 35i	801	15 + 3i	865	15 + 29i	929	17 + 3i	993	17 + 29i
546	13 + 63i	610	13 + 33i	674	19 + 63i	738	19 + 33i	802	13 + 1i	866	13 + 31i	930	19 + 1i	994	19 + 31i
547	13 + 61i	611	13 + 35i	675	19 + 61i	739	19 + 35i	803	13 + 3i	867	13 + 29i	931	19 + 3i	995	19 + 29i
548	15 + 57i	612	15 + 39i	676	17 + 57i	740	17 + 39i	804	15 + 7i	868	15 + 25i	932	17 + 7i	996	17 + 25i
549	15 + 59i	613	15 + 37i	677	17 + 59i	741	17 + 37i	805	15 + 5i	869	15 + 27i	933	17 + 5i	997	17 + 27i
550	13 + 57i	614	13 + 39i	678	19 + 57i	742	19 + 39i	806	13 + 7i	870	13 + 25i	934	19 + 7i	998	19 + 25i
551	13 + 59i	615	13 + 37i	679	19 + 59i	743	19 + 37i	807	13 + 5i	871	13 + 27i	935	19 + 5i	999	19 + 27i
552	9 + 63i	616	9 + 33i	680	23 + 63i	744	23 + 33i	808	9 + 1i	872	9 + 31i	936	23 + 1i	1000	23 + 31i
553	9 + 61i	617	9 + 35i	681	23 + 61i	745	23 + 35i	809	9 + 3i	873	9 + 29i	937	23 + 3i	1001	23 + 29i
554	11 + 63i	618	11 + 33i	682	21 + 63i	746	21 + 33i	810	11 + 1i	874	11 + 31i	938	21 + 1i	1002	21 + 31i
555	11 + 61i	619	11 + 35i	683	21 + 61i	747	21 + 35i	811	11 + 3i	875	11 + 29i	939	21 + 3i	1003	21 + 29i
556	9 + 57i	620	9 + 39i	684	23 + 57i	748	23 + 39i	812	9 + 7i	876	9 + 25i	940	23 + 7i	1004	23 + 25i
557	9 + 59i	621	9 + 37i	685	23 + 59i	749	23 + 37i	813	9 + 5i	877	9 + 27i	941	23 + 5i	1005	23 + 27i
558	11 + 57i	622	11 + 39i	686	21 + 57i	750	21 + 39i	814	11 + 7i	878	11 + 25i	942	21 + 7i	1006	21 + 25i
559	11 + 59i	623	11 + 37i	687	21 + 59i	751	21 + 37i	815	11 + 5i	879	11 + 27i	943	21 + 5i	1007	21 + 27i
560	15 + 49i	624	15 + 47i	688	17 + 49i	752	17 + 47i	816	15 + 15i	880	15 + 17i	944	17 + 15i	1008	17 + 17i
561	15 + 51i	625	15 + 45i	689	17 + 51i	753	17 + 45i	817	15 + 13i	881	15 + 19i	945	17 + 13i	1009	17 + 19i
562	13 + 49i	626	13 + 47i	690	19 + 49i	754	19 + 47i	818	13 + 15i	882	13 + 17i	946	19 + 15i	1010	19 + 17i
563	13 + 51i	627	13 + 45i	691	19 + 51i	755	19 + 45i	819	13 + 13i	883	13 + 19i	947	19 + 13i	1011	19 + 19i
564	15 + 55i	628	15 + 41i	692	17 + 55i	756	17 + 41i	820	15 + 9i	884	15 + 23i	948	17 + 9i	1012	17 + 23i
565	15 + 53i	629	15 + 43i	693	17 + 53i	757	17 + 43i	821	15 + 11i	885	15 + 21i	949	17 + 11i	1013	17 + 21i
566	13 + 55i	630	13 + 41i	694	19 + 55i	758	19 + 41i	822	13 + 9i	886	13 + 23i	950	19 + 9i	1014	19 + 23i
567	13 + 53i	631	13 + 43i	695	19 + 53i	759	19 + 43i	823	13 + 11i	887	13 + 21i	951	19 + 11i	1015	19 + 21i
568	9 + 49i	632	9 + 47i	696	23 + 49i	760	23 + 47i	824	9 + 15i	888	9 + 17i	952	23 + 15i	1016	23 + 17i
569	9 + 51i	633	9 + 45i	697	23 + 51i	761	23 + 45i	825	9 + 13i	889	9 + 19i	953	23 + 13i	1017	23 + 19i
570	11 + 49i	634	11 + 47i	698	21 + 49i	762	21 + 47i	826	11 + 15i	890	11 + 17i	954	21 + 15i	1018	21 + 17i
571	11 + 51i	635	11 + 45i	699	21 + 51i	763	21 + 45i	827	11 + 13i	891	11 + 19i	955	21 + 13i	1019	21 + 19i
572	9 + 55i	636	9 + 41i	700	23 + 55i	764	23 + 41i	828	9 + 9i	892	9 + 23i	956	23 + 9i	1020	23 + 23i
573	9 + 53i	637	9 + 43i	701	23 + 53i	765	23 + 43i	829	9 + 11i	893	9 + 21i	957	23 + 11i	1021	23 + 21i
574	11 + 55i	638	11 + 41i	702	21 + 55i	766	21 + 41i	830	11 + 9i	894	11 + 23i	958	21 + 9i	1022	21 + 23i
575	11 + 53i	639	11 + 43i	703	21 + 53i	767	21 + 43i	831	11 + 11i	895	11 + 21i	959	21 + 11i	1023	21 + 21i

Fig. 21

1056	15 - 65i	1120	49 - 33i	1184	17 - 65i	1248	47 - 33i	1312	49 - 1i	1376	49 - 31i	1440	47 - 1i	1504	47 - 31i
1057	15 - 67i	1121	49 - 35i	1185	17 - 67i	1249	47 - 35i	1313	49 - 3i	1377	49 - 29i	1441	47 - 3i	1505	47 - 29i
1058	13 - 65i	1122	51 - 33i	1186	19 - 65i	1250	45 - 33i	1314	51 - 1i	1378	51 - 31i	1442	45 - 1i	1506	45 - 31i
1059	13 - 67i	1123	51 - 35i	1187	19 - 67i	1251	45 - 35i	1315	51 - 3i	1379	51 - 29i	1443	45 - 3i	1507	45 - 29i
1060	15 - 71i	1124	49 - 39i	1188	17 - 71i	1252	47 - 39i	1316	49 - 7i	1380	49 - 25i	1444	47 - 7i	1508	47 - 25i
1061	15 - 69i	1125	49 - 37i	1189	17 - 69i	1253	47 - 37i	1317	49 - 5i	1381	49 - 27i	1445	47 - 5i	1509	47 - 27i
1062	13 - 71i	1126	51 - 39i	1190	45 - 57i	1254	45 - 39i	1318	51 - 7i	1382	51 - 25i	1446	45 - 7i	1510	45 - 25i
1063	13 - 69i	1127	51 - 37i	1191	19 - 69i	1255	45 - 37i	1319	51 - 5i	1383	51 - 27i	1447	45 - 5i	1511	45 - 27i
1064	9 - 65i	1128	55 - 33i	1192	23 - 65i	1256	41 - 33i	1320	55 - 1i	1384	55 - 31i	1448	41 - 1i	1512	41 - 31i
1065	9 - 67i	1129	55 - 35i	1193	23 - 67i	1257	41 - 35i	1321	55 - 3i	1385	55 - 29i	1449	41 - 3i	1513	41 - 29i
1066	11 - 65i	1130	53 - 33i	1194	21 - 65i	1258	43 - 33i	1322	53 - 1i	1386	53 - 31i	1450	43 - 1i	1514	43 - 31i
1067	11 - 67i	1131	53 - 35i	1195	21 - 67i	1259	43 - 35i	1323	53 - 3i	1387	53 - 29i	1451	43 - 3i	1515	43 - 29i
1068	9 - 71i	1132	55 - 39i	1196	41 - 57i	1260	41 - 39i	1324	55 - 7i	1388	55 - 25i	1452	41 - 7i	1516	41 - 25i
1069	9 - 69i	1133	55 - 37i	1197	41 - 59i	1261	41 - 37i	1325	55 - 5i	1389	55 - 27i	1453	41 - 5i	1517	41 - 27i
1070	11 - 71i	1134	53 - 39i	1198	43 - 57i	1262	43 - 39i	1326	53 - 7i	1390	53 - 25i	1454	43 - 7i	1518	43 - 25i
1071	11 - 69i	1135	53 - 37i	1199	21 - 69i	1263	43 - 37i	1327	53 - 5i	1391	53 - 27i	1455	43 - 5i	1519	43 - 27i
1072	49 - 49i	1136	49 - 47i	1200	47 - 49i	1264	47 - 47i	1328	49 - 15i	1392	49 - 17i	1456	47 - 15i	1520	47 - 17i
1073	49 - 51i	1137	49 - 45i	1201	47 - 51i	1265	47 - 45i	1329	49 - 13i	1393	49 - 19i	1457	47 - 13i	1521	47 - 19i
1074	51 - 49i	1138	51 - 47i	1202	45 - 49i	1266	45 - 47i	1330	51 - 15i	1394	51 - 17i	1458	45 - 15i	1522	45 - 17i
1075	51 - 51i	1139	51 - 45i	1203	45 - 51i	1267	45 - 45i	1331	51 - 13i	1395	51 - 19i	1459	45 - 13i	1523	45 - 19i
1076	49 - 55i	1140	49 - 41i	1204	47 - 55i	1268	47 - 41i	1332	49 - 9i	1396	49 - 23i	1460	47 - 9i	1524	47 - 23i
1077	49 - 53i	1141	49 - 43i	1205	47 - 53i	1269	47 - 43i	1333	49 - 11i	1397	49 - 21i	1461	47 - 11i	1525	47 - 21i
1078	13 - 73i	1142	51 - 41i	1206	45 - 55i	1270	45 - 41i	1334	51 - 9i	1398	51 - 23i	1462	45 - 9i	1526	45 - 23i
1079	51 - 53i	1143	51 - 43i	1207	45 - 53i	1271	45 - 43i	1335	51 - 11i	1399	51 - 21i	1463	45 - 11i	1527	45 - 21i
1080	55 - 49i	1144	55 - 47i	1208	41 - 49i	1272	41 - 47i	1336	55 - 15i	1400	55 - 17i	1464	41 - 15i	1528	41 - 17i
1081	73 - 13i	1145	55 - 45i	1209	41 - 51i	1273	41 - 45i	1337	55 - 13i	1401	55 - 19i	1465	41 - 13i	1529	41 - 19i
1082	53 - 49i	1146	53 - 47i	1210	43 - 49i	1274	43 - 47i	1338	53 - 15i	1402	53 - 17i	1466	43 - 15i	1530	43 - 17i
1083	53 - 51i	1147	53 - 45i	1211	43 - 51i	1275	43 - 45i	1339	53 - 13i	1403	53 - 19i	1467	43 - 13i	1531	43 - 19i
1084	9 - 73i	1148	55 - 41i	1212	41 - 55i	1276	41 - 41i	1340	55 - 9i	1404	55 - 23i	1468	41 - 9i	1532	41 - 23i
1085	73 - 11i	1149	55 - 43i	1213	41 - 53i	1277	41 - 43i	1341	55 - 11i	1405	55 - 21i	1469	41 - 11i	1533	41 - 21i
1086	11 - 73i	1150	53 - 41i	1214	43 - 55i	1278	43 - 41i	1342	53 - 9i	1406	53 - 23i	1470	43 - 9i	1534	43 - 23i
1087	53 - 53i	1151	53 - 43i	1215	43 - 53i	1279	43 - 43i	1343	53 - 11i	1407	53 - 21i	1471	43 - 11i	1535	43 - 21i

Fig. 22

Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión
1536	1 - 63	1600	1 - 33	1664	31 - 63	1728	31 - 33	1792	1 - 11	1856	1 - 31	1920	31 - 11	1984	31 - 31
1537	1 - 61	1601	1 - 35	1665	31 - 61	1729	31 - 35	1793	1 - 3	1857	1 - 29	1921	31 - 3	1985	31 - 29
1538	3 - 63	1602	3 - 33	1666	29 - 63	1730	29 - 33	1794	3 - 11	1858	3 - 31	1922	29 - 11	1986	29 - 31
1539	3 - 61	1603	3 - 35	1667	29 - 61	1731	29 - 35	1795	3 - 3	1859	3 - 29	1923	29 - 3	1987	29 - 29
1540	1 - 57	1604	1 - 39	1668	31 - 57	1732	31 - 39	1796	1 - 7	1860	1 - 25	1924	31 - 7	1988	31 - 25
1541	1 - 59	1605	1 - 37	1669	31 - 59	1733	31 - 37	1797	1 - 5	1861	1 - 27	1925	31 - 5	1989	31 - 27
1542	3 - 57	1606	3 - 39	1670	29 - 57	1734	29 - 39	1798	3 - 7	1862	3 - 25	1926	29 - 7	1990	29 - 25
1543	3 - 59	1607	3 - 37	1671	29 - 59	1735	29 - 37	1799	3 - 5	1863	3 - 27	1927	29 - 5	1991	29 - 27
1544	7 - 63	1608	7 - 33	1672	25 - 63	1736	25 - 33	1800	7 - 11	1864	7 - 31	1928	25 - 11	1992	25 - 31
1545	7 - 61	1609	7 - 35	1673	25 - 61	1737	25 - 35	1801	7 - 3	1865	7 - 29	1929	25 - 3	1993	25 - 29
1546	5 - 63	1610	5 - 33	1674	27 - 63	1738	27 - 33	1802	5 - 11	1866	5 - 31	1930	27 - 11	1994	27 - 31
1547	5 - 61	1611	5 - 35	1675	27 - 61	1739	27 - 35	1803	5 - 3	1867	5 - 29	1931	27 - 3	1995	27 - 29
1548	7 - 57	1612	7 - 39	1676	25 - 57	1740	25 - 39	1804	7 - 7	1868	7 - 25	1932	25 - 7	1996	25 - 25
1549	7 - 59	1613	7 - 37	1677	25 - 59	1741	25 - 37	1805	7 - 5	1869	7 - 27	1933	25 - 5	1997	25 - 27
1550	5 - 57	1614	5 - 39	1678	27 - 57	1742	27 - 39	1806	5 - 7	1870	5 - 25	1934	27 - 7	1998	27 - 25
1551	5 - 59	1615	5 - 37	1679	27 - 59	1743	27 - 37	1807	5 - 5	1871	5 - 27	1935	27 - 5	1999	27 - 27
1552	1 - 49	1616	1 - 47	1680	31 - 49	1744	31 - 47	1808	1 - 15	1872	1 - 17	1936	31 - 15	2000	31 - 17
1553	1 - 51	1617	1 - 45	1681	31 - 51	1745	31 - 45	1809	1 - 13	1873	1 - 19	1937	31 - 13	2001	31 - 19
1554	3 - 49	1618	3 - 47	1682	29 - 49	1746	29 - 47	1810	3 - 15	1874	3 - 17	1938	29 - 15	2002	29 - 17
1555	3 - 51	1619	3 - 45	1683	29 - 51	1747	29 - 45	1811	3 - 13	1875	3 - 19	1939	29 - 13	2003	29 - 19
1556	1 - 55	1620	1 - 41	1684	31 - 55	1748	31 - 41	1812	1 - 9	1876	1 - 23	1940	31 - 9	2004	31 - 23
1557	1 - 53	1621	1 - 43	1685	31 - 53	1749	31 - 43	1813	1 - 11	1877	1 - 21	1941	31 - 11	2005	31 - 21
1558	3 - 55	1622	3 - 41	1686	29 - 55	1750	29 - 41	1814	3 - 9	1878	3 - 23	1942	29 - 9	2006	29 - 23
1559	3 - 53	1623	3 - 43	1687	29 - 53	1751	29 - 43	1815	3 - 11	1879	3 - 21	1943	29 - 11	2007	29 - 21
1560	7 - 49	1624	7 - 47	1688	25 - 49	1752	25 - 47	1816	7 - 15	1880	7 - 17	1944	25 - 15	2008	25 - 17
1561	7 - 51	1625	7 - 45	1689	25 - 51	1753	25 - 45	1817	7 - 13	1881	7 - 19	1945	25 - 13	2009	25 - 19
1562	5 - 49	1626	5 - 47	1690	27 - 49	1754	27 - 47	1818	5 - 15	1882	5 - 17	1946	27 - 15	2010	27 - 17
1563	5 - 51	1627	5 - 45	1691	27 - 51	1755	27 - 45	1819	5 - 13	1883	5 - 19	1947	27 - 13	2011	27 - 19
1564	7 - 55	1628	7 - 41	1692	25 - 55	1756	25 - 41	1820	7 - 9	1884	7 - 23	1948	25 - 9	2012	25 - 23
1565	7 - 53	1629	7 - 43	1693	25 - 53	1757	25 - 43	1821	7 - 11	1885	7 - 21	1949	25 - 11	2013	25 - 21
1566	5 - 55	1630	5 - 41	1694	27 - 55	1758	27 - 41	1822	5 - 9	1886	5 - 23	1950	27 - 9	2014	27 - 23
1567	5 - 53	1631	5 - 43	1695	27 - 53	1759	27 - 43	1823	5 - 11	1887	5 - 21	1951	27 - 11	2015	27 - 21
1568	15 - 63	1632	15 - 33	1696	17 - 63	1760	17 - 33	1824	15 - 11	1888	15 - 31	1952	17 - 11	2016	17 - 31
1569	15 - 61	1633	15 - 35	1697	17 - 61	1761	17 - 35	1825	15 - 3	1889	15 - 29	1953	17 - 3	2017	17 - 29
1570	13 - 63	1634	13 - 33	1698	19 - 63	1762	19 - 33	1826	13 - 11	1890	13 - 31	1954	19 - 11	2018	19 - 31

Fig. 23

1571	13 - 61i	1635	13 - 35i	1699	19 - 61i	1763	19 - 35i	1827	13 - 3i	1891	13 - 29i	1955	19 - 3i	2019	19 - 29i
1572	15 - 57i	1636	15 - 39i	1700	17 - 57i	1764	17 - 39i	1828	15 - 7i	1892	15 - 25i	1956	17 - 7i	2020	17 - 25i
1573	15 - 59i	1637	15 - 37i	1701	17 - 59i	1765	17 - 37i	1829	15 - 5i	1893	15 - 27i	1957	17 - 5i	2021	17 - 27i
1574	13 - 57i	1638	13 - 39i	1702	19 - 57i	1766	19 - 39i	1830	13 - 7i	1894	13 - 25i	1958	19 - 7i	2022	19 - 25i
1575	13 - 59i	1639	13 - 37i	1703	19 - 59i	1767	19 - 37i	1831	13 - 5i	1895	13 - 27i	1959	19 - 5i	2023	19 - 27i
1576	9 - 63i	1640	9 - 33i	1704	23 - 63i	1768	23 - 33i	1832	9 - 1i	1896	9 - 31i	1960	23 - 1i	2024	23 - 31i
1577	9 - 61i	1641	9 - 35i	1705	23 - 61i	1769	23 - 35i	1833	9 - 3i	1897	9 - 29i	1961	23 - 3i	2025	23 - 29i
1578	11 - 63i	1642	11 - 33i	1706	21 - 63i	1770	21 - 33i	1834	11 - 1i	1898	11 - 31i	1962	21 - 1i	2026	21 - 31i
1579	11 - 61i	1643	11 - 35i	1707	21 - 61i	1771	21 - 35i	1835	11 - 3i	1899	11 - 29i	1963	21 - 3i	2027	21 - 29i
1580	9 - 57i	1644	9 - 39i	1708	23 - 57i	1772	23 - 39i	1836	9 - 7i	1900	9 - 25i	1964	23 - 7i	2028	23 - 25i
1581	9 - 59i	1645	9 - 37i	1709	23 - 59i	1773	23 - 37i	1837	9 - 5i	1901	9 - 27i	1965	23 - 5i	2029	23 - 27i
1582	11 - 57i	1646	11 - 39i	1710	21 - 57i	1774	21 - 39i	1838	11 - 7i	1902	11 - 25i	1966	21 - 7i	2030	21 - 25i
1583	11 - 59i	1647	11 - 37i	1711	21 - 59i	1775	21 - 37i	1839	11 - 5i	1903	11 - 27i	1967	21 - 5i	2031	21 - 27i
1584	15 - 49i	1648	15 - 47i	1712	17 - 49i	1776	17 - 47i	1840	15 - 15i	1904	15 - 17i	1968	17 - 15i	2032	17 - 17i
1585	15 - 51i	1649	15 - 45i	1713	17 - 51i	1777	17 - 45i	1841	15 - 13i	1905	15 - 19i	1969	17 - 13i	2033	17 - 19i
1586	13 - 49i	1650	13 - 47i	1714	19 - 49i	1778	19 - 47i	1842	13 - 15i	1906	13 - 17i	1970	19 - 15i	2034	19 - 17i
1587	13 - 51i	1651	13 - 45i	1715	19 - 51i	1779	19 - 45i	1843	13 - 13i	1907	13 - 19i	1971	19 - 13i	2035	19 - 19i
1588	15 - 55i	1652	15 - 41i	1716	17 - 55i	1780	17 - 41i	1844	15 - 9i	1908	15 - 23i	1972	17 - 9i	2036	17 - 23i
1589	15 - 53i	1653	15 - 43i	1717	17 - 53i	1781	17 - 43i	1845	15 - 11i	1909	15 - 21i	1973	17 - 11i	2037	17 - 21i
1590	13 - 55i	1654	13 - 41i	1718	19 - 55i	1782	19 - 41i	1846	13 - 9i	1910	13 - 23i	1974	19 - 9i	2038	19 - 23i
1591	13 - 53i	1655	13 - 43i	1719	19 - 53i	1783	19 - 43i	1847	13 - 11i	1911	13 - 21i	1975	19 - 11i	2039	19 - 21i
1592	9 - 49i	1656	9 - 47i	1720	23 - 49i	1784	23 - 47i	1848	9 - 15i	1912	9 - 17i	1976	23 - 15i	2040	23 - 17i
1593	9 - 51i	1657	9 - 45i	1721	23 - 51i	1785	23 - 45i	1849	9 - 13i	1913	9 - 19i	1977	23 - 13i	2041	23 - 19i
1594	11 - 49i	1658	11 - 47i	1722	21 - 49i	1786	21 - 47i	1850	11 - 15i	1914	11 - 17i	1978	21 - 15i	2042	21 - 17i
1595	11 - 51i	1659	11 - 45i	1723	21 - 51i	1787	21 - 45i	1851	11 - 13i	1915	11 - 19i	1979	21 - 13i	2043	21 - 19i
1596	9 - 55i	1660	9 - 41i	1724	23 - 55i	1788	23 - 41i	1852	9 - 9i	1916	9 - 23i	1980	23 - 9i	2044	23 - 23i
1597	9 - 53i	1661	9 - 43i	1725	23 - 53i	1789	23 - 43i	1853	9 - 11i	1917	9 - 21i	1981	23 - 11i	2045	23 - 21i
1598	11 - 55i	1662	11 - 41i	1726	21 - 55i	1790	21 - 41i	1854	11 - 9i	1918	11 - 23i	1982	21 - 9i	2046	21 - 23i
1599	11 - 53i	1663	11 - 43i	1727	21 - 53i	1791	21 - 43i	1855	11 - 11i	1919	11 - 21i	1983	21 - 11i	2047	21 - 21i

Fig. 25

2081	-15 + 67i	2145	-49 + 35i	2209	-17 + 67i	2273	-47 + 35i	2337	49 + 3i	2401	-49 + 29i	2465	-47 + 3i	2529	-47 + 29i
2082	-13 + 65i	2146	-51 + 33i	2210	-19 + 65i	2274	-45 + 33i	2338	-51 + 1i	2402	-51 + 31i	2466	-45 + 1i	2530	-45 + 31i
2083	-13 + 67i	2147	-51 + 35i	2211	-19 + 67i	2275	-45 + 35i	2339	-51 + 3i	2403	-51 + 29i	2467	-45 + 3i	2531	-45 + 29i
2084	-15 + 71i	2148	-49 + 39i	2212	-17 + 71i	2276	-47 + 39i	2340	49 + 7i	2404	-49 + 25i	2468	-47 + 7i	2532	-47 + 25i
2085	-15 + 69i	2149	-49 + 37i	2213	-17 + 69i	2277	-47 + 37i	2341	49 + 5i	2405	-49 + 27i	2469	-47 + 5i	2533	-47 + 27i
2086	-13 + 71i	2150	-51 + 39i	2214	-19 + 71i	2278	-45 + 39i	2342	-51 + 7i	2406	-51 + 25i	2470	-45 + 7i	2534	-45 + 25i
2087	-13 + 69i	2151	-51 + 37i	2215	-19 + 69i	2279	-45 + 37i	2343	-51 + 5i	2407	-51 + 27i	2471	-45 + 5i	2535	-45 + 27i
2088	-9 + 65i	2152	-55 + 33i	2216	-23 + 65i	2280	-41 + 33i	2344	-55 + 1i	2408	-55 + 31i	2472	-41 + 1i	2536	-41 + 31i
2089	-9 + 67i	2153	-55 + 35i	2217	-23 + 67i	2281	-41 + 35i	2345	-55 + 3i	2409	-55 + 29i	2473	-41 + 3i	2537	-41 + 29i
2090	-11 + 65i	2154	-53 + 33i	2218	-21 + 65i	2282	-43 + 33i	2346	-53 + 1i	2410	-53 + 31i	2474	-43 + 1i	2538	-43 + 31i
2091	-11 + 67i	2155	-53 + 35i	2219	-21 + 67i	2283	-43 + 35i	2347	-53 + 3i	2411	-53 + 29i	2475	-43 + 3i	2539	-43 + 29i
2092	-9 + 71i	2156	-55 + 39i	2220	-19 + 71i	2284	-41 + 39i	2348	-55 + 7i	2412	-55 + 25i	2476	-41 + 7i	2540	-41 + 25i
2093	-9 + 69i	2157	-55 + 37i	2221	-19 + 69i	2285	-41 + 37i	2349	-55 + 5i	2413	-55 + 27i	2477	-41 + 5i	2541	-41 + 27i
2094	-11 + 71i	2158	-53 + 39i	2222	-17 + 71i	2286	-43 + 39i	2350	-53 + 7i	2414	-53 + 25i	2478	-43 + 7i	2542	-43 + 25i
2095	-11 + 69i	2159	-53 + 37i	2223	-17 + 69i	2287	-43 + 37i	2351	-53 + 5i	2415	-53 + 27i	2479	-43 + 5i	2543	-43 + 27i
2096	-9 + 49i	2160	-49 + 47i	2224	-17 + 49i	2288	-47 + 47i	2352	-49 + 15i	2416	-49 + 17i	2480	-47 + 15i	2544	-47 + 17i
2097	-9 + 51i	2161	-49 + 45i	2225	-17 + 51i	2289	-47 + 45i	2353	-49 + 13i	2417	-49 + 19i	2481	-47 + 13i	2545	-47 + 19i
2098	-5 + 49i	2162	-51 + 47i	2226	-15 + 49i	2290	-45 + 47i	2354	-51 + 15i	2418	-51 + 17i	2482	-45 + 15i	2546	-45 + 17i
2099	-5 + 51i	2163	-51 + 45i	2227	-15 + 51i	2291	-45 + 45i	2355	-51 + 13i	2419	-51 + 19i	2483	-45 + 13i	2547	-45 + 19i
2100	-9 + 55i	2164	-49 + 41i	2228	-17 + 55i	2292	-47 + 41i	2356	-49 + 9i	2420	-49 + 23i	2484	-47 + 9i	2548	-47 + 23i
2101	-9 + 53i	2165	-49 + 43i	2229	-17 + 53i	2293	-47 + 43i	2357	-49 + 11i	2421	-49 + 21i	2485	-47 + 11i	2549	-47 + 21i
2102	-13 + 73i	2166	-51 + 41i	2230	-19 + 73i	2294	-45 + 41i	2358	-51 + 9i	2422	-51 + 23i	2486	-45 + 9i	2550	-45 + 23i
2103	-5 + 53i	2167	-51 + 43i	2231	-15 + 53i	2295	-45 + 43i	2359	-51 + 11i	2423	-51 + 21i	2487	-45 + 11i	2551	-45 + 21i
2104	-5 + 49i	2168	-55 + 47i	2232	-15 + 49i	2296	-41 + 47i	2360	-55 + 15i	2424	-55 + 17i	2488	-41 + 15i	2552	-41 + 17i
2105	-7 + 13i	2169	-55 + 45i	2233	-17 + 13i	2297	-41 + 45i	2361	-55 + 13i	2425	-55 + 19i	2489	-41 + 13i	2553	-41 + 19i
2106	-5 + 49i	2170	-53 + 47i	2234	-15 + 49i	2298	-43 + 47i	2362	-53 + 15i	2426	-53 + 17i	2490	-43 + 15i	2554	-43 + 17i
2107	-5 + 51i	2171	-53 + 45i	2235	-15 + 51i	2299	-43 + 45i	2363	-53 + 13i	2427	-53 + 19i	2491	-43 + 13i	2555	-43 + 19i
2108	-9 + 73i	2172	-55 + 41i	2236	-19 + 73i	2300	-41 + 41i	2364	-55 + 9i	2428	-55 + 23i	2492	-41 + 9i	2556	-41 + 23i
2109	-7 + 11i	2173	-55 + 43i	2237	-17 + 11i	2301	-41 + 43i	2365	-55 + 11i	2429	-55 + 21i	2493	-41 + 11i	2557	-41 + 21i
2110	-11 + 73i	2174	-53 + 41i	2238	-17 + 73i	2302	-43 + 41i	2366	-53 + 9i	2430	-53 + 23i	2494	-43 + 9i	2558	-43 + 23i
2111	-5 + 53i	2175	-53 + 43i	2239	-17 + 53i	2303	-43 + 43i	2367	-53 + 11i	2431	-53 + 21i	2495	-43 + 11i	2559	-43 + 21i

Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión
2560	-1 + 63i	2624	-1 + 33i	2688	-31 + 63i	2752	-31 + 33i	2816	-1 + 11i	2880	-1 + 31i	2944	-31 + 11i	3008	-31 + 31i						
2561	-1 + 61i	2625	-1 + 35i	2689	-31 + 61i	2753	-31 + 35i	2817	-1 + 3i	2881	-1 + 29i	2945	-31 + 3i	3009	-31 + 29i						
2562	-3 + 63i	2626	-3 + 33i	2690	-29 + 63i	2754	-29 + 33i	2818	-3 + 11i	2882	-3 + 31i	2946	-29 + 11i	3010	-29 + 31i						
2563	-3 + 61i	2627	-3 + 35i	2691	-29 + 61i	2755	-29 + 35i	2819	-3 + 3i	2883	-3 + 29i	2947	-29 + 3i	3011	-29 + 29i						
2564	-1 + 57i	2628	-1 + 39i	2692	-31 + 57i	2756	-31 + 39i	2820	-1 + 7i	2884	-1 + 25i	2948	-31 + 7i	3012	-31 + 25i						
2565	-1 + 59i	2629	-1 + 37i	2693	-31 + 59i	2757	-31 + 37i	2821	-1 + 5i	2885	-1 + 27i	2949	-31 + 5i	3013	-31 + 27i						
2566	-3 + 57i	2630	-3 + 39i	2694	-29 + 57i	2758	-29 + 39i	2822	-3 + 7i	2886	-3 + 25i	2950	-29 + 7i	3014	-29 + 25i						
2567	-3 + 59i	2631	-3 + 37i	2695	-29 + 59i	2759	-29 + 37i	2823	-3 + 5i	2887	-3 + 27i	2951	-29 + 5i	3015	-29 + 27i						
2568	-7 + 63i	2632	-7 + 33i	2696	-25 + 63i	2760	-25 + 33i	2824	-7 + 11i	2888	-7 + 31i	2952	-25 + 11i	3016	-25 + 31i						
2569	-7 + 61i	2633	-7 + 35i	2697	-25 + 61i	2761	-25 + 35i	2825	-7 + 3i	2889	-7 + 29i	2953	-25 + 3i	3017	-25 + 29i						
2570	-5 + 63i	2634	-5 + 33i	2698	-27 + 63i	2762	-27 + 33i	2826	-5 + 11i	2890	-5 + 31i	2954	-27 + 11i	3018	-27 + 31i						
2571	-5 + 61i	2635	-5 + 35i	2699	-27 + 61i	2763	-27 + 35i	2827	-5 + 3i	2891	-5 + 29i	2955	-27 + 3i	3019	-27 + 29i						
2572	-7 + 57i	2636	-7 + 39i	2700	-25 + 57i	2764	-25 + 39i	2828	-7 + 7i	2892	-7 + 25i	2956	-25 + 7i	3020	-25 + 25i						
2573	-7 + 59i	2637	-7 + 37i	2701	-25 + 59i	2765	-25 + 37i	2829	-7 + 5i	2893	-7 + 27i	2957	-25 + 5i	3021	-25 + 27i						
2574	-5 + 57i	2638	-5 + 39i	2702	-27 + 57i	2766	-27 + 39i	2830	-5 + 7i	2894	-5 + 25i	2958	-27 + 7i	3022	-27 + 25i						
2575	-5 + 59i	2639	-5 + 37i	2703	-27 + 59i	2767	-27 + 37i	2831	-5 + 5i	2895	-5 + 27i	2959	-27 + 5i	3023	-27 + 27i						
2576	-1 + 49i	2640	-1 + 47i	2704	-31 + 49i	2768	-31 + 47i	2832	-1 + 15i	2896	-1 + 17i	2960	-31 + 15i	3024	-31 + 17i						
2577	-1 + 51i	2641	-1 + 45i	2705	-31 + 51i	2769	-31 + 45i	2833	-1 + 13i	2897	-1 + 19i	2961	-31 + 13i	3025	-31 + 19i						
2578	-3 + 49i	2642	-3 + 47i	2706	-29 + 49i	2770	-29 + 47i	2834	-3 + 15i	2898	-3 + 17i	2962	-29 + 15i	3026	-29 + 17i						
2579	-3 + 51i	2643	-3 + 45i	2707	-29 + 51i	2771	-29 + 45i	2835	-3 + 13i	2899	-3 + 19i	2963	-29 + 13i	3027	-29 + 19i						
2580	-1 + 53i	2644	-1 + 41i	2708	-31 + 53i	2772	-31 + 41i	2836	-1 + 9i	2900	-1 + 23i	2964	-31 + 9i	3028	-31 + 23i						
2581	-1 + 53i	2645	-1 + 43i	2709	-31 + 53i	2773	-31 + 43i	2837	-1 + 11i	2901	-1 + 21i	2965	-31 + 11i	3029	-31 + 21i						
2582	-3 + 55i	2646	-3 + 41i	2710	-29 + 55i	2774	-29 + 41i	2838	-3 + 9i	2902	-3 + 23i	2966	-29 + 9i	3030	-29 + 23i						
2583	-3 + 53i	2647	-3 + 43i	2711	-29 + 53i	2775	-29 + 43i	2839	-3 + 11i	2903	-3 + 21i	2967	-29 + 11i	3031	-29 + 21i						
2584	-7 + 49i	2648	-7 + 47i	2712	-25 + 49i	2776	-25 + 47i	2840	-7 + 15i	2904	-7 + 17i	2968	-25 + 15i	3032	-25 + 17i						
2585	-7 + 51i	2649	-7 + 45i	2713	-25 + 51i	2777	-25 + 45i	2841	-7 + 13i	2905	-7 + 19i	2969	-25 + 13i	3033	-25 + 19i						
2586	-5 + 49i	2650	-5 + 47i	2714	-27 + 49i	2778	-27 + 47i	2842	-5 + 15i	2906	-5 + 17i	2970	-27 + 15i	3034	-27 + 17i						
2587	-5 + 51i	2651	-5 + 45i	2715	-27 + 51i	2779	-27 + 45i	2843	-5 + 13i	2907	-5 + 19i	2971	-27 + 13i	3035	-27 + 19i						
2588	-7 + 55i	2652	-7 + 41i	2716	-25 + 55i	2780	-25 + 41i	2844	-7 + 9i	2908	-7 + 23i	2972	-25 + 9i	3036	-25 + 23i						
2589	-7 + 53i	2653	-7 + 43i	2717	-25 + 53i	2781	-25 + 43i	2845	-7 + 11i	2909	-7 + 21i	2973	-25 + 11i	3037	-25 + 21i						
2590	-5 + 55i	2654	-5 + 41i	2718	-27 + 55i	2782	-27 + 41i	2846	-5 + 9i	2910	-5 + 23i	2974	-27 + 9i	3038	-27 + 23i						

Fig. 27

2591	-5 + 53i	2655	-5 + 43i	2719	-27 + 53i	2783	-27 + 43i	2847	-5 + 11i	2911	-5 + 21i	2975	-27 + 11i	3039	-27 + 21i
2592	-15 + 63i	2656	-15 + 33i	2720	-17 + 63i	2784	-17 + 33i	2848	-15 + 11i	2912	-15 + 31i	2976	-17 + 11i	3040	-17 + 31i
2593	-15 + 61i	2657	-15 + 35i	2721	-17 + 61i	2785	-17 + 35i	2849	-15 + 3i	2913	-15 + 29i	2977	-17 + 3i	3041	-17 + 29i
2594	-13 + 63i	2658	-13 + 33i	2722	-19 + 63i	2786	-19 + 33i	2850	-13 + 11i	2914	-13 + 31i	2978	-19 + 11i	3042	-19 + 31i
2595	-13 + 61i	2659	-13 + 35i	2723	-19 + 61i	2787	-19 + 35i	2851	-13 + 3i	2915	-13 + 29i	2979	-19 + 3i	3043	-19 + 29i
2596	-15 + 57i	2660	-15 + 39i	2724	-17 + 57i	2788	-17 + 39i	2852	-15 + 7i	2916	-15 + 25i	2980	-17 + 7i	3044	-17 + 25i
2597	-15 + 59i	2661	-15 + 37i	2725	-17 + 59i	2789	-17 + 37i	2853	-15 + 5i	2917	-15 + 27i	2981	-17 + 5i	3045	-17 + 27i
2598	-13 + 57i	2662	-13 + 39i	2726	-19 + 57i	2790	-19 + 39i	2854	-13 + 7i	2918	-13 + 25i	2982	-19 + 7i	3046	-19 + 25i
2599	-13 + 59i	2663	-13 + 37i	2727	-19 + 59i	2791	-19 + 37i	2855	-13 + 5i	2919	-13 + 27i	2983	-19 + 5i	3047	-19 + 27i
2600	-9 + 63i	2664	-9 + 33i	2728	-23 + 63i	2792	-23 + 33i	2856	-9 + 11i	2920	-9 + 31i	2984	-23 + 11i	3048	-23 + 31i
2601	-9 + 61i	2665	-9 + 35i	2729	-23 + 61i	2793	-23 + 35i	2857	-9 + 3i	2921	-9 + 29i	2985	-23 + 3i	3049	-23 + 29i
2602	-11 + 63i	2666	-11 + 33i	2730	-21 + 63i	2794	-21 + 33i	2858	-11 + 11i	2922	-11 + 31i	2986	-21 + 11i	3050	-21 + 31i
2603	-11 + 61i	2667	-11 + 35i	2731	-21 + 61i	2795	-21 + 35i	2859	-11 + 3i	2923	-11 + 29i	2987	-21 + 3i	3051	-21 + 29i
2604	-9 + 57i	2668	-9 + 39i	2732	-23 + 57i	2796	-23 + 39i	2860	-9 + 7i	2924	-9 + 25i	2988	-23 + 7i	3052	-23 + 25i
2605	-9 + 59i	2669	-9 + 37i	2733	-23 + 59i	2797	-23 + 37i	2861	-9 + 5i	2925	-9 + 27i	2989	-23 + 5i	3053	-23 + 27i
2606	-11 + 57i	2670	-11 + 39i	2734	-21 + 57i	2798	-21 + 39i	2862	-11 + 7i	2926	-11 + 25i	2990	-21 + 7i	3054	-21 + 25i
2607	-11 + 59i	2671	-11 + 37i	2735	-21 + 59i	2799	-21 + 37i	2863	-11 + 5i	2927	-11 + 27i	2991	-21 + 5i	3055	-21 + 27i
2608	-15 + 49i	2672	-15 + 47i	2736	-17 + 49i	2800	-17 + 47i	2864	-15 + 15i	2928	-15 + 17i	2992	-17 + 15i	3056	-17 + 17i
2609	-15 + 51i	2673	-15 + 45i	2737	-17 + 51i	2801	-17 + 45i	2865	-15 + 13i	2929	-15 + 19i	2993	-17 + 13i	3057	-17 + 19i
2610	-13 + 49i	2674	-13 + 47i	2738	-19 + 49i	2802	-19 + 47i	2866	-13 + 15i	2930	-13 + 17i	2994	-19 + 15i	3058	-19 + 17i
2611	-13 + 51i	2675	-13 + 45i	2739	-19 + 51i	2803	-19 + 45i	2867	-13 + 13i	2931	-13 + 19i	2995	-19 + 13i	3059	-19 + 19i
2612	-15 + 55i	2676	-15 + 41i	2740	-17 + 55i	2804	-17 + 41i	2868	-15 + 9i	2932	-15 + 23i	2996	-17 + 9i	3060	-17 + 23i
2613	-15 + 53i	2677	-15 + 43i	2741	-17 + 53i	2805	-17 + 43i	2869	-15 + 11i	2933	-15 + 21i	2997	-17 + 11i	3061	-17 + 21i
2614	-13 + 55i	2678	-13 + 41i	2742	-19 + 55i	2806	-19 + 41i	2870	-13 + 9i	2934	-13 + 23i	2998	-19 + 9i	3062	-19 + 23i
2615	-13 + 53i	2679	-13 + 43i	2743	-19 + 53i	2807	-19 + 43i	2871	-13 + 11i	2935	-13 + 21i	2999	-19 + 11i	3063	-19 + 21i
2616	-9 + 49i	2680	-9 + 47i	2744	-23 + 49i	2808	-23 + 47i	2872	-9 + 15i	2936	-9 + 17i	3000	-23 + 15i	3064	-23 + 17i
2617	-9 + 51i	2681	-9 + 45i	2745	-23 + 51i	2809	-23 + 45i	2873	-9 + 13i	2937	-9 + 19i	3001	-23 + 13i	3065	-23 + 19i
2618	-11 + 49i	2682	-11 + 47i	2746	-21 + 49i	2810	-21 + 47i	2874	-11 + 15i	2938	-11 + 17i	3002	-21 + 15i	3066	-21 + 17i
2619	-11 + 51i	2683	-11 + 45i	2747	-21 + 51i	2811	-21 + 45i	2875	-11 + 13i	2939	-11 + 19i	3003	-21 + 13i	3067	-21 + 19i
2620	-9 + 55i	2684	-9 + 41i	2748	-23 + 55i	2812	-23 + 41i	2876	-9 + 9i	2940	-9 + 23i	3004	-23 + 9i	3068	-23 + 23i
2621	-9 + 53i	2685	-9 + 43i	2749	-23 + 53i	2813	-23 + 43i	2877	-9 + 11i	2941	-9 + 21i	3005	-23 + 11i	3069	-23 + 21i
2622	-11 + 55i	2686	-11 + 41i	2750	-21 + 55i	2814	-21 + 41i	2878	-11 + 9i	2942	-11 + 23i	3006	-21 + 9i	3070	-21 + 23i
2623	-11 + 53i	2687	-11 + 43i	2751	-21 + 53i	2815	-21 + 43i	2879	-11 + 11i	2943	-11 + 21i	3007	-21 + 11i	3071	-21 + 21i

Fig. 29

3101	-71 - 11i	3165	-57 - 43i	3229	-39 - 53i	3293	-39 - 43i	3357	-57 - 11i	3421	-57 - 21i	3485	-39 - 11i	3549	-39 - 21i
3102	-69 - 9i	3166	-59 - 41i	3230	-37 - 55i	3294	-37 - 41i	3358	-59 - 9i	3422	-59 - 23i	3486	-37 - 9i	3550	-37 - 23i
3103	-69 - 11i	3167	-69 - 21i	3231	-37 - 53i	3295	-37 - 43i	3359	-59 - 11i	3423	-59 - 21i	3487	-37 - 11i	3551	-37 - 21i
3104	-15 - 65i	3168	-49 - 33i	3232	-17 - 65i	3296	-47 - 33i	3360	-49 - 1i	3424	-49 - 31i	3488	-47 - 1i	3552	-47 - 31i
3105	-15 - 67i	3169	-49 - 35i	3233	-17 - 67i	3297	-47 - 35i	3361	-49 - 3i	3425	-49 - 29i	3489	-47 - 3i	3553	-47 - 29i
3106	-13 - 65i	3170	-51 - 33i	3234	-19 - 65i	3298	-45 - 33i	3362	-51 - 1i	3426	-51 - 31i	3490	-45 - 1i	3554	-45 - 31i
3107	-13 - 67i	3171	-51 - 35i	3235	-19 - 67i	3299	-45 - 35i	3363	-51 - 3i	3427	-51 - 29i	3491	-45 - 3i	3555	-45 - 29i
3108	-15 - 71i	3172	-49 - 39i	3236	-17 - 71i	3300	-47 - 39i	3364	-49 - 7i	3428	-49 - 25i	3492	-47 - 7i	3556	-47 - 25i
3109	-15 - 69i	3173	-49 - 37i	3237	-17 - 69i	3301	-47 - 37i	3365	-49 - 5i	3429	-49 - 27i	3493	-47 - 5i	3557	-47 - 27i
3110	-13 - 71i	3174	-51 - 39i	3238	-45 - 57i	3302	-45 - 39i	3366	-51 - 7i	3430	-51 - 25i	3494	-45 - 7i	3558	-45 - 25i
3111	-13 - 69i	3175	-51 - 37i	3239	-19 - 69i	3303	-45 - 37i	3367	-51 - 5i	3431	-51 - 27i	3495	-45 - 5i	3559	-45 - 27i
3112	-9 - 65i	3176	-55 - 33i	3240	-23 - 65i	3304	-41 - 33i	3368	-55 - 1i	3432	-55 - 31i	3496	-41 - 1i	3560	-41 - 31i
3113	-9 - 67i	3177	-55 - 35i	3241	-23 - 67i	3305	-41 - 35i	3369	-55 - 3i	3433	-55 - 29i	3497	-41 - 3i	3561	-41 - 29i
3114	-11 - 65i	3178	-53 - 33i	3242	-21 - 65i	3306	-43 - 33i	3370	-53 - 1i	3434	-53 - 31i	3498	-43 - 1i	3562	-43 - 31i
3115	-11 - 67i	3179	-53 - 35i	3243	-21 - 67i	3307	-43 - 35i	3371	-53 - 3i	3435	-53 - 29i	3499	-43 - 3i	3563	-43 - 29i
3116	-9 - 71i	3180	-55 - 39i	3244	-41 - 57i	3308	-41 - 39i	3372	-55 - 7i	3436	-55 - 25i	3500	-41 - 7i	3564	-41 - 25i
3117	-9 - 69i	3181	-55 - 37i	3245	-41 - 59i	3309	-41 - 37i	3373	-55 - 5i	3437	-55 - 27i	3501	-41 - 5i	3565	-41 - 27i
3118	-11 - 71i	3182	-53 - 39i	3246	-43 - 57i	3310	-43 - 39i	3374	-53 - 7i	3438	-53 - 25i	3502	-43 - 7i	3566	-43 - 25i
3119	-11 - 69i	3183	-53 - 37i	3247	-21 - 69i	3311	-43 - 37i	3375	-53 - 5i	3439	-53 - 27i	3503	-43 - 5i	3567	-43 - 27i
3120	-49 - 49i	3184	-49 - 47i	3248	-47 - 49i	3312	-47 - 47i	3376	-49 - 15i	3440	-49 - 17i	3504	-47 - 15i	3568	-47 - 17i
3121	-49 - 51i	3185	-49 - 45i	3249	-47 - 51i	3313	-47 - 45i	3377	-49 - 13i	3441	-49 - 19i	3505	-47 - 13i	3569	-47 - 19i
3122	-51 - 49i	3186	-51 - 47i	3250	-45 - 49i	3314	-45 - 47i	3378	-51 - 15i	3442	-51 - 17i	3506	-45 - 15i	3570	-45 - 17i
3123	-51 - 51i	3187	-51 - 45i	3251	-45 - 51i	3315	-45 - 45i	3379	-51 - 13i	3443	-51 - 19i	3507	-45 - 13i	3571	-45 - 19i
3124	-49 - 55i	3188	-49 - 41i	3252	-47 - 55i	3316	-47 - 41i	3380	-49 - 9i	3444	-49 - 23i	3508	-47 - 9i	3572	-47 - 23i
3125	-49 - 53i	3189	-49 - 43i	3253	-47 - 53i	3317	-47 - 43i	3381	-49 - 11i	3445	-49 - 21i	3509	-47 - 11i	3573	-47 - 21i
3126	-13 - 73i	3190	-51 - 41i	3254	-45 - 55i	3318	-45 - 41i	3382	-51 - 9i	3446	-51 - 23i	3510	-45 - 9i	3574	-45 - 23i
3127	-51 - 53i	3191	-51 - 43i	3255	-45 - 53i	3319	-45 - 43i	3383	-51 - 11i	3447	-51 - 21i	3511	-45 - 11i	3575	-45 - 21i
3128	-55 - 49i	3192	-55 - 47i	3256	-41 - 49i	3320	-41 - 47i	3384	-55 - 15i	3448	-55 - 17i	3512	-41 - 15i	3576	-41 - 17i
3129	-73 - 13i	3193	-55 - 45i	3257	-41 - 51i	3321	-41 - 45i	3385	-55 - 13i	3449	-55 - 19i	3513	-41 - 13i	3577	-41 - 19i
3130	-53 - 49i	3194	-53 - 47i	3258	-43 - 49i	3322	-43 - 47i	3386	-53 - 15i	3450	-53 - 17i	3514	-43 - 15i	3578	-43 - 17i
3131	-53 - 51i	3195	-53 - 45i	3259	-43 - 51i	3323	-43 - 45i	3387	-53 - 13i	3451	-53 - 19i	3515	-43 - 13i	3579	-43 - 19i
3132	-73 - 9i	3196	-55 - 41i	3260	-41 - 55i	3324	-41 - 41i	3388	-55 - 9i	3452	-55 - 23i	3516	-41 - 9i	3580	-41 - 23i
3133	-73 - 11i	3197	-55 - 43i	3261	-41 - 53i	3325	-41 - 43i	3389	-55 - 11i	3453	-55 - 21i	3517	-41 - 11i	3581	-41 - 21i
3134	-11 - 73i	3198	-53 - 41i	3262	-43 - 55i	3326	-43 - 41i	3390	-53 - 9i	3454	-53 - 23i	3518	-43 - 9i	3582	-43 - 23i
3135	-53 - 53i	3199	-53 - 43i	3263	-43 - 53i	3327	-43 - 43i	3391	-53 - 11i	3455	-53 - 21i	3519	-43 - 11i	3583	-43 - 21i

Fig. 31

3616	-15 - 63i	3680	-15 - 33i	3744	-17 - 63i	3808	-17 - 33i	3872	-15 - 1i	3936	-15 - 31i	4000	-17 - 1i	4064	-17 - 31i
3617	-15 - 61i	3681	-15 - 35i	3745	-17 - 61i	3809	-17 - 35i	3873	-15 - 3i	3937	-15 - 29i	4001	-17 - 3i	4065	-17 - 29i
3618	-13 - 63i	3682	-13 - 33i	3746	-19 - 63i	3810	-19 - 33i	3874	-13 - 1i	3938	-13 - 31i	4002	-19 - 1i	4066	-19 - 31i
3619	-13 - 61i	3683	-13 - 35i	3747	-19 - 61i	3811	-19 - 35i	3875	-13 - 3i	3939	-13 - 29i	4003	-19 - 3i	4067	-19 - 29i
3620	-15 - 57i	3684	-15 - 39i	3748	-17 - 57i	3812	-17 - 39i	3876	-15 - 7i	3940	-15 - 25i	4004	-17 - 7i	4068	-17 - 25i
3621	-15 - 59i	3685	-15 - 37i	3749	-17 - 59i	3813	-17 - 37i	3877	-15 - 5i	3941	-15 - 27i	4005	-17 - 5i	4069	-17 - 27i
3622	-13 - 57i	3686	-13 - 39i	3750	-19 - 57i	3814	-19 - 39i	3878	-13 - 7i	3942	-13 - 25i	4006	-19 - 7i	4070	-19 - 25i
3623	-13 - 59i	3687	-13 - 37i	3751	-19 - 59i	3815	-19 - 37i	3879	-13 - 5i	3943	-13 - 27i	4007	-19 - 5i	4071	-19 - 27i
3624	-9 - 63i	3688	-9 - 33i	3752	-23 - 63i	3816	-23 - 33i	3880	-9 - 1i	3944	-9 - 31i	4008	-23 - 1i	4072	-23 - 31i
3625	-9 - 61i	3689	-9 - 35i	3753	-23 - 61i	3817	-23 - 35i	3881	-9 - 3i	3945	-9 - 29i	4009	-23 - 3i	4073	-23 - 29i
3626	-11 - 63i	3690	-11 - 33i	3754	-21 - 63i	3818	-21 - 33i	3882	-11 - 1i	3946	-11 - 31i	4010	-21 - 1i	4074	-21 - 31i
3627	-11 - 61i	3691	-11 - 35i	3755	-21 - 61i	3819	-21 - 35i	3883	-11 - 3i	3947	-11 - 29i	4011	-21 - 3i	4075	-21 - 29i
3628	-9 - 57i	3692	-9 - 39i	3756	-23 - 57i	3820	-23 - 39i	3884	-9 - 7i	3948	-9 - 25i	4012	-23 - 7i	4076	-23 - 25i
3629	-9 - 59i	3693	-9 - 37i	3757	-23 - 59i	3821	-23 - 37i	3885	-9 - 5i	3949	-9 - 27i	4013	-23 - 5i	4077	-23 - 27i
3630	-11 - 57i	3694	-11 - 39i	3758	-21 - 57i	3822	-21 - 39i	3886	-11 - 7i	3950	-11 - 25i	4014	-21 - 7i	4078	-21 - 25i
3631	-11 - 59i	3695	-11 - 37i	3759	-21 - 59i	3823	-21 - 37i	3887	-11 - 5i	3951	-11 - 27i	4015	-21 - 5i	4079	-21 - 27i
3632	-15 - 49i	3696	-15 - 47i	3760	-17 - 49i	3824	-17 - 47i	3888	-15 - 15i	3952	-15 - 17i	4016	-17 - 15i	4080	-17 - 17i
3633	-15 - 51i	3697	-15 - 45i	3761	-17 - 51i	3825	-17 - 45i	3889	-15 - 13i	3953	-15 - 19i	4017	-17 - 13i	4081	-17 - 19i
3634	-13 - 49i	3698	-13 - 47i	3762	-19 - 49i	3826	-19 - 47i	3890	-13 - 15i	3954	-13 - 17i	4018	-19 - 15i	4082	-19 - 17i
3635	-13 - 51i	3699	-13 - 45i	3763	-19 - 51i	3827	-19 - 45i	3891	-13 - 13i	3955	-13 - 19i	4019	-19 - 13i	4083	-19 - 19i
3636	-15 - 55i	3700	-15 - 41i	3764	-17 - 55i	3828	-17 - 41i	3892	-15 - 9i	3956	-15 - 23i	4020	-17 - 9i	4084	-17 - 23i
3637	-15 - 53i	3701	-15 - 43i	3765	-17 - 53i	3829	-17 - 43i	3893	-15 - 11i	3957	-15 - 21i	4021	-17 - 11i	4085	-17 - 21i
3638	-13 - 55i	3702	-13 - 41i	3766	-19 - 55i	3830	-19 - 41i	3894	-13 - 9i	3958	-13 - 23i	4022	-19 - 9i	4086	-19 - 23i
3639	-13 - 53i	3703	-13 - 43i	3767	-19 - 53i	3831	-19 - 43i	3895	-13 - 11i	3959	-13 - 21i	4023	-19 - 11i	4087	-19 - 21i
3640	-9 - 49i	3704	-9 - 47i	3768	-23 - 49i	3832	-23 - 47i	3896	-9 - 15i	3960	-9 - 17i	4024	-23 - 15i	4088	-23 - 17i
3641	-9 - 51i	3705	-9 - 45i	3769	-23 - 51i	3833	-23 - 45i	3897	-9 - 13i	3961	-9 - 19i	4025	-23 - 13i	4089	-23 - 19i
3642	-11 - 49i	3706	-11 - 47i	3770	-21 - 49i	3834	-21 - 47i	3898	-11 - 15i	3962	-11 - 17i	4026	-21 - 15i	4090	-21 - 17i
3643	-11 - 51i	3707	-11 - 45i	3771	-21 - 51i	3835	-21 - 45i	3899	-11 - 13i	3963	-11 - 19i	4027	-21 - 13i	4091	-21 - 19i
3644	-9 - 55i	3708	-9 - 41i	3772	-23 - 55i	3836	-23 - 41i	3900	-9 - 9i	3964	-9 - 23i	4028	-23 - 9i	4092	-23 - 23i
3645	-9 - 53i	3709	-9 - 43i	3773	-23 - 53i	3837	-23 - 43i	3901	-9 - 11i	3965	-9 - 21i	4029	-23 - 11i	4093	-23 - 21i
3646	-11 - 55i	3710	-11 - 41i	3774	-21 - 55i	3838	-21 - 41i	3902	-11 - 9i	3966	-11 - 23i	4030	-21 - 9i	4094	-21 - 23i
3647	-11 - 53i	3711	-11 - 43i	3775	-21 - 53i	3839	-21 - 43i	3903	-11 - 11i	3967	-11 - 21i	4031	-21 - 11i	4095	-21 - 21i

Fig. 32

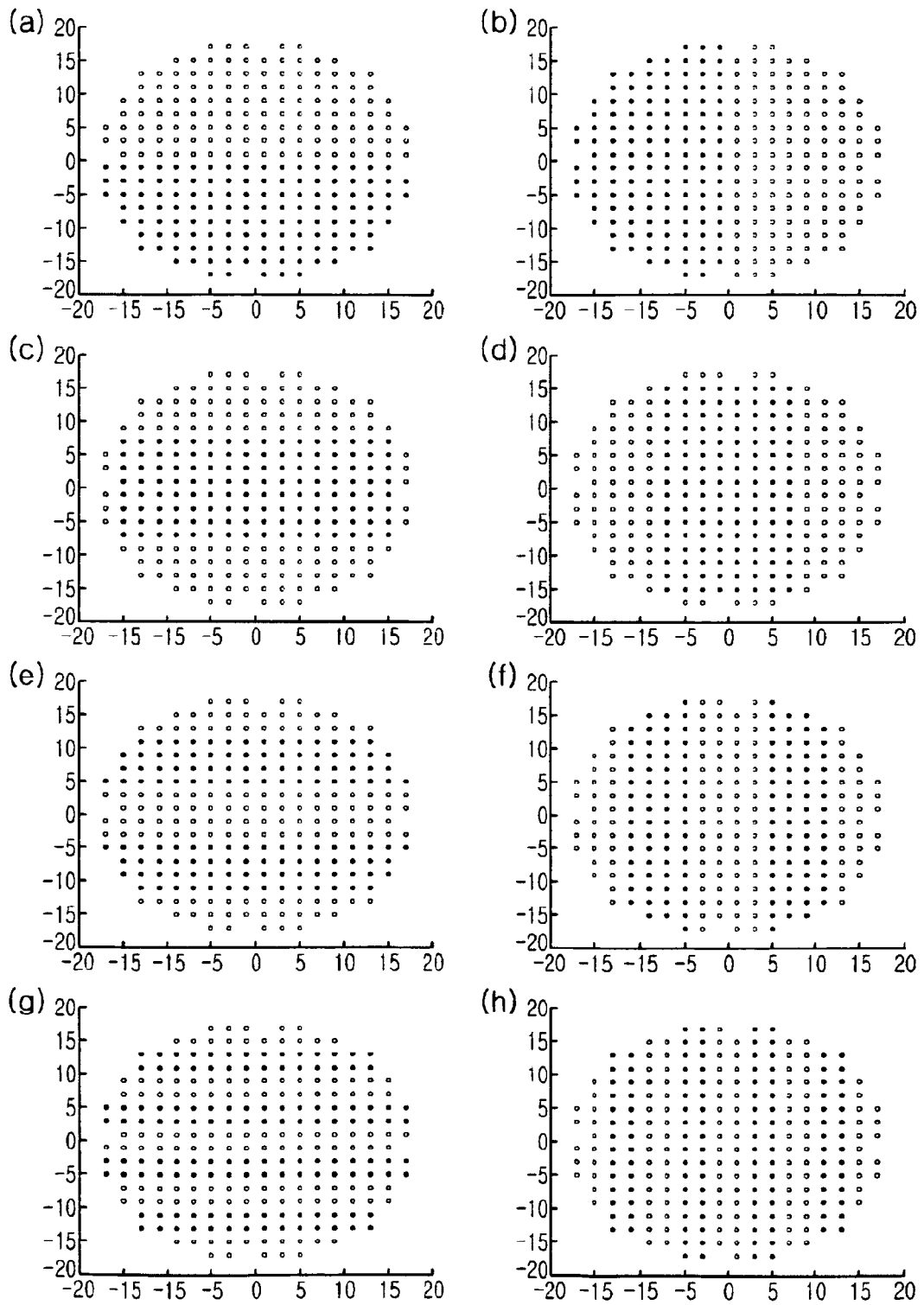


Fig. 33

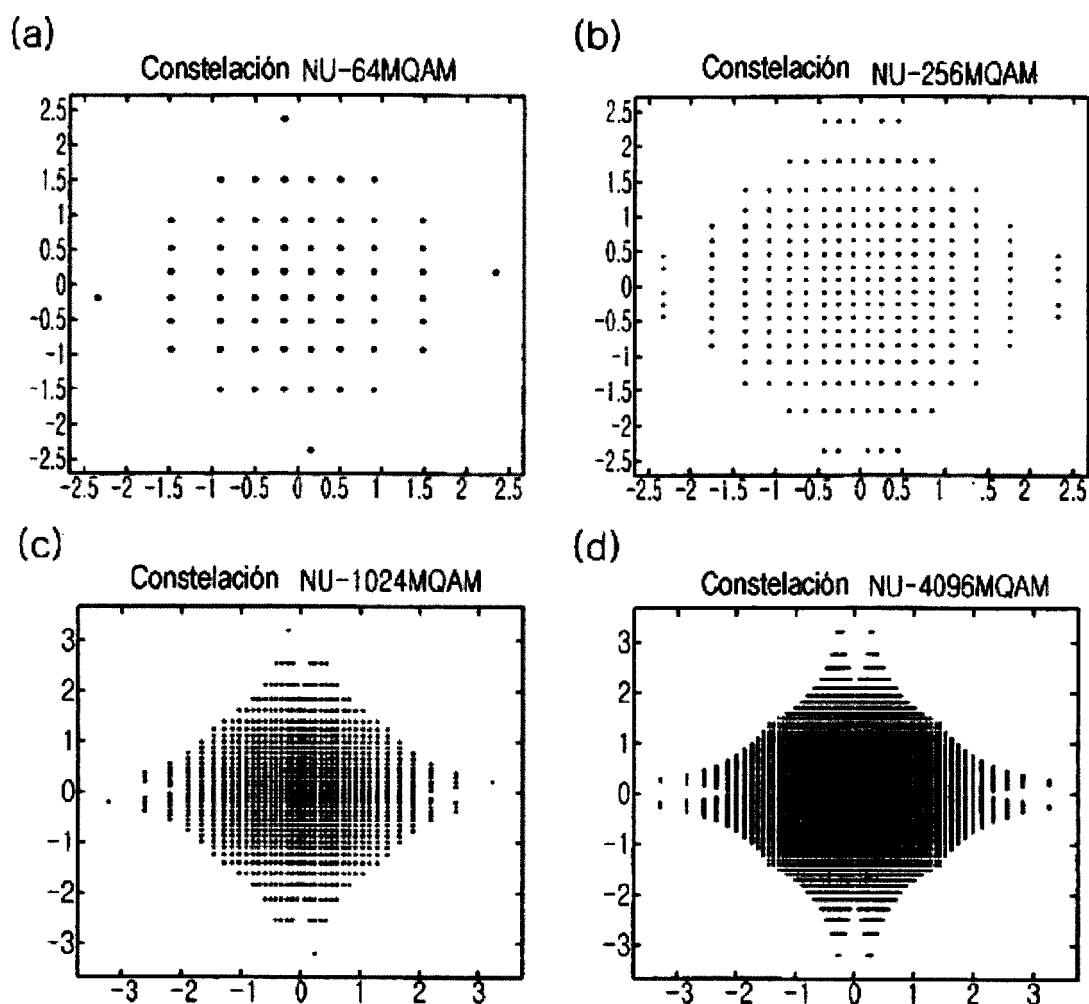


Fig. 34

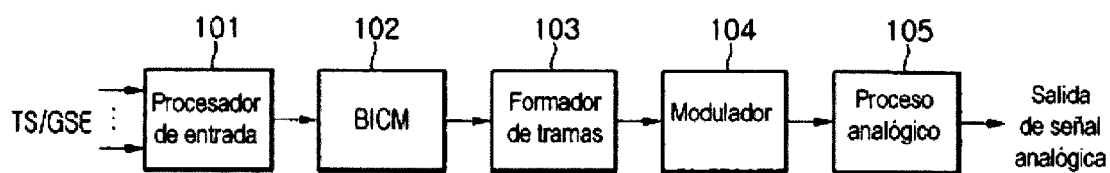


Fig. 35

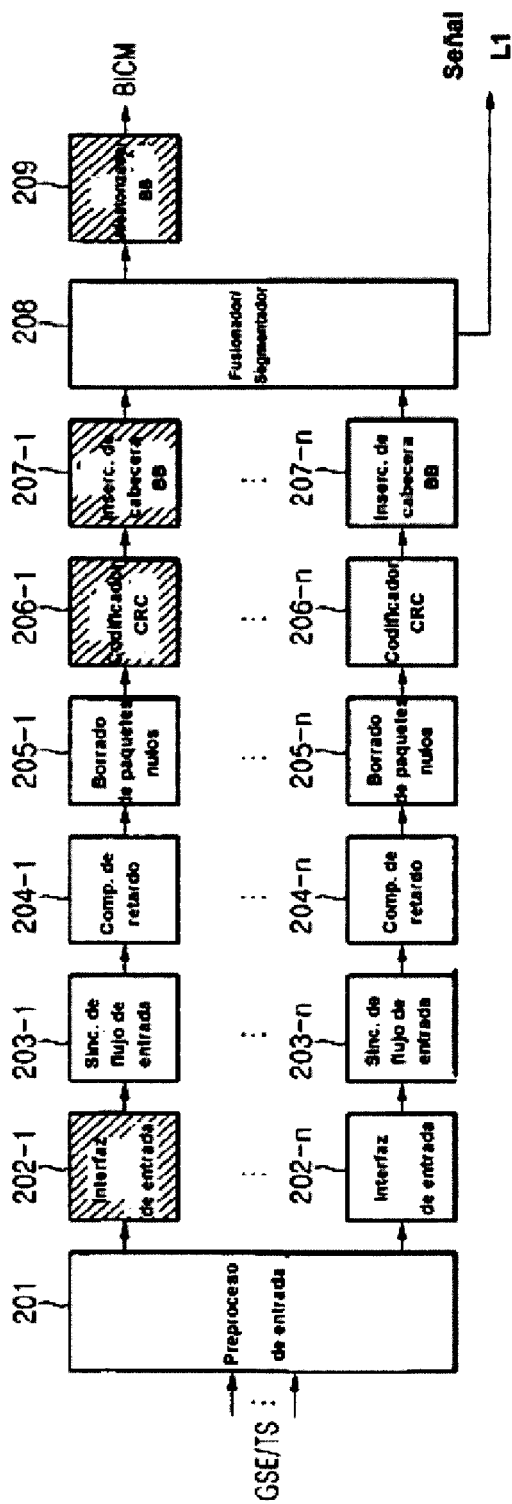


Fig. 36

TS/GS (2 bits)	SIS/MIS (1 bit)	CCM/ACM (1 bit)	ISSYI (1 bit)	NPD (1bit)	EXT (2bits)
00 = GFPS 11 = TS 01 = GCS 10 = GSE	1 = único 0 = múltiple	1 = CCM 0 = ACM	1 = activo 0 = inactivo	1 = activo 0 = inactivo	Reservado para uso futuro

Campo	Tamaño (bits)	Descripción
MATYPE	2	Tal como se describió previamente
UPL	2	Longitud de paquete de usuario en bits, en el intervalo [0,65535]
DFL	2	Longitud de campo de datos en bits, en el intervalo [0,53760]
SYNC	1	Una copia del byte de sinc. de paquete de usuario
SYNCD	2	La distancia en bits desde el comienzo del DATA FIELD hasta el primer UP completa del campo de datos. SYNCD=0 ₀ significa que el primer UP se alinea al comienzo del campo de datos. SYNCD=65505 ₀ significa que UP no empieza en el DATA FIELD
CRC-8 MODE	1	El XOR del campo CRC-8 (1 byte) con el campo MODE (1 byte). CRC-8 es el código de detección de error aplicado a los 9 primeros bytes del BBHEADER. MODE (8 bits) debe ser: <ul style="list-style-type: none"> • 0₀ Modo normal • 1₀ Modo de alta eficiencia • Otros valores: reservado para uso futuro

Fig. 37

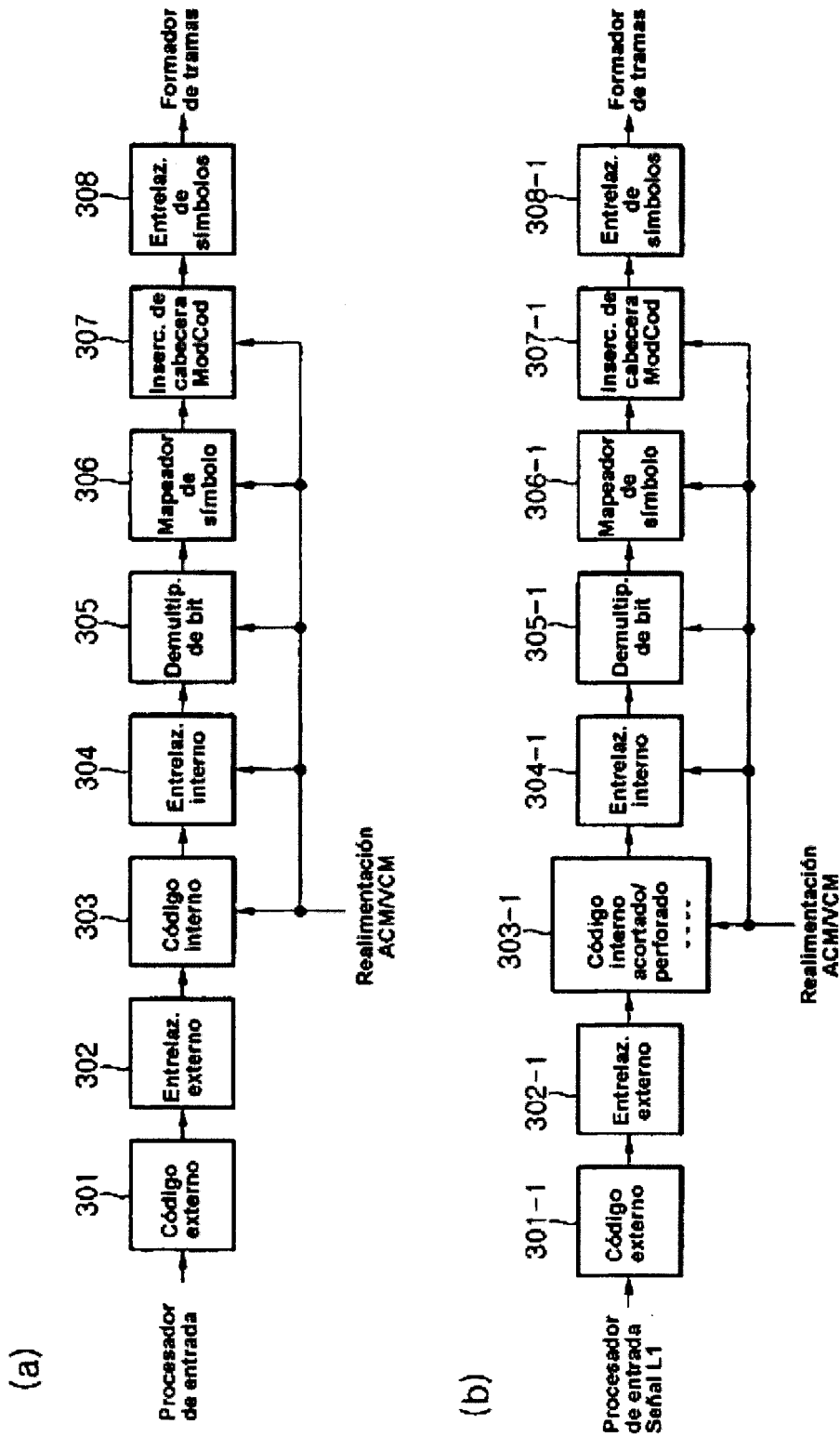


Fig. 38

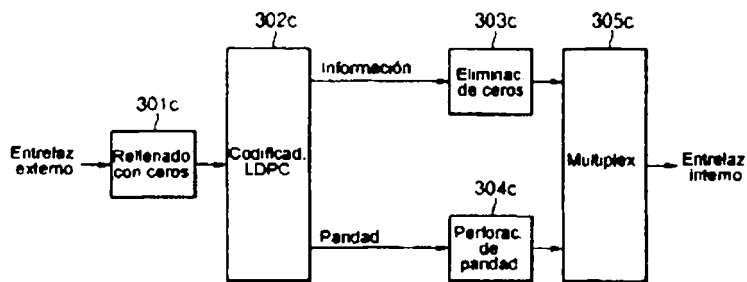


Fig.39

		Caso 1	Caso 2
Capacidad (bit/s/Hz)		Modulación	Modulación
6	1/2	3.0	NU-MQAM
	2/3	4.0	NU-MQAM
	3/4	4.5	NU-MQAM
	4/5	4.8	MQAM
	5/6	5.0	MQAM
	8/9	5.3	MQAM
	9/10	5.4	MQAM
8	1/2	4.0	NU-MQAM
	2/3	5.3	NU-MQAM
	3/4	6.0	NU-MQAM
	4/5	6.4	NU-MQAM
	5/6	6.7	MQAM
	8/9	7.1	MQAM
	9/10	7.2	MQAM
10	1/2	5.0	NU-MQAM
	2/3	6.7	NU-MQAM
	3/4	7.5	NU-MQAM
	4/5	8.0	NU-MQAM
	5/6	8.3	NU-MQAM
	8/9	8.9	MQAM
	9/10	9.0	MQAM
12	1/2	6.0	NU-MQAM
	2/3	8.0	NU-MQAM
	3/4	9.0	NU-MQAM
	4/5	9.6	NU-MQAM
	5/6	10.0	NU-MQAM
	8/9	10.7	MQAM
	9/10	10.8	MQAM

Fig. 40

			Caso 1	Caso 2	Caso 2
Capacidad (bit/s/Hz)			Modulación	Modulación	Modulación
2	1/2	3.0	QAM	QAM	QAM
	2/3	4.0	QAM	QAM	QAM
	3/4	4.5	QAM	QAM	QAM
	4/5	4.8	QAM	QAM	QAM
	5/6	5.0	QAM	QAM	QAM
	8/9	5.3	QAM	QAM	QAM
	9/10	5.4	QAM	QAM	QAM
4	1/2	3.0	QAM	QAM	QAM
	2/3	4.0	QAM	QAM	QAM
	3/4	4.5	QAM	QAM	QAM
	4/5	4.8	QAM	QAM	QAM
	5/6	5.0	QAM	QAM	QAM
	8/9	5.3	QAM	QAM	QAM
	9/10	5.4	QAM	QAM	QAM
6	1/2	3.0	QAM	QAM	QAM
	2/3	4.0	QAM	QAM	QAM
	3/4	4.5	QAM	QAM	QAM
	4/5	4.8	QAM	QAM	QAM
	5/6	5.0	QAM	QAM	QAM
	8/9	5.3	QAM	QAM	QAM
	9/10	5.4	QAM	QAM	QAM
8	1/2	4.0	QAM	QAM	QAM
	2/3	5.3	QAM	QAM	QAM
	3/4	6.0	QAM	QAM	QAM
	4/5	6.4	QAM	QAM	QAM
	5/6	6.7	QAM	QAM	QAM
	8/9	7.1	QAM	QAM	QAM
	9/10	7.2	QAM	QAM	QAM
10	1/2	5.0	NU-MQAM	NU-QAM	MQAM
	2/3	6.7	NU-MQAM	NU-QAM	MQAM
	3/4	7.5	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	4/5	8.0	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	5/6	8.3	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	8/9	8.9	MQAM	MQAM	MQAM
	9/10	9.0	MQAM	MQAM	MQAM
12	1/2	6.0	NU-MQAM	NU-QAM	MQAM
	2/3	8.0	NU-MQAM	NU-QAM	MQAM
	3/4	9.0	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	4/5	9.6	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	5/6	10.0	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	8/9	10.7	MQAM	MQAM	MQAM
	9/10	10.8	MQAM	MQAM	MQAM

Fig.41

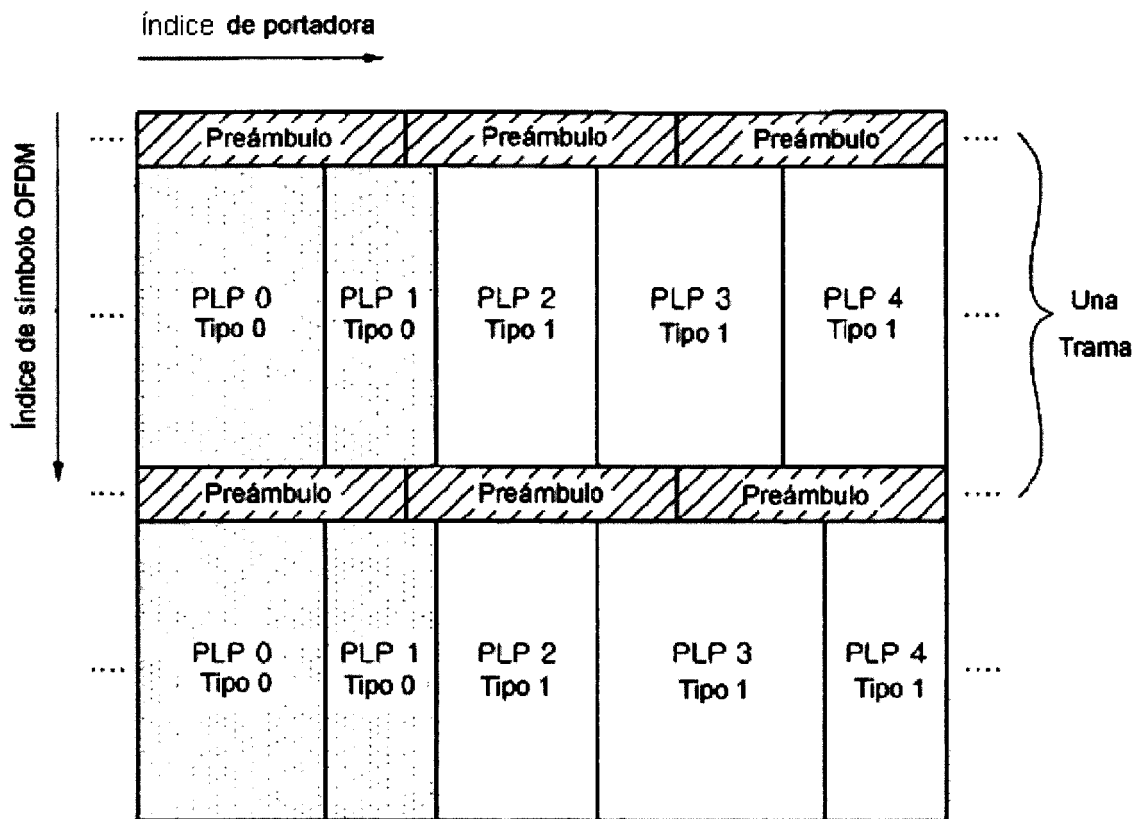


Fig. 42

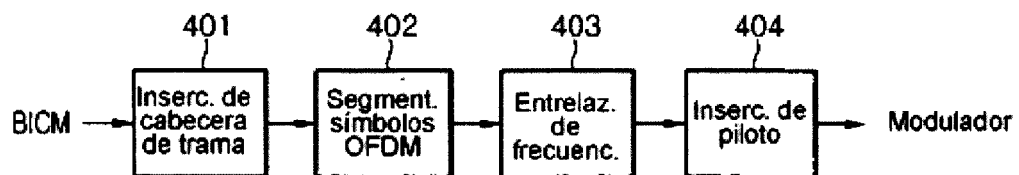


Fig. 43

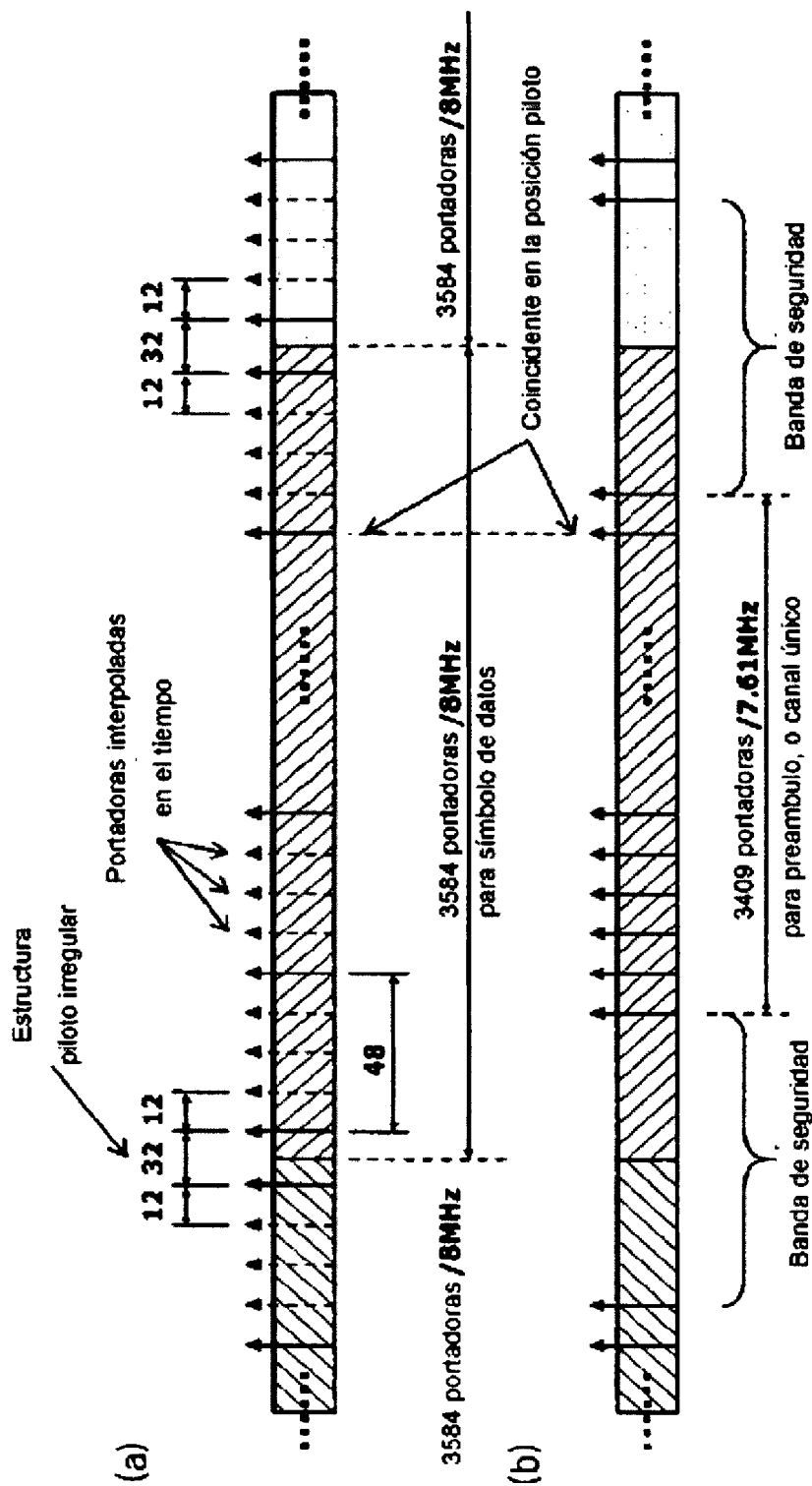


Fig. 44

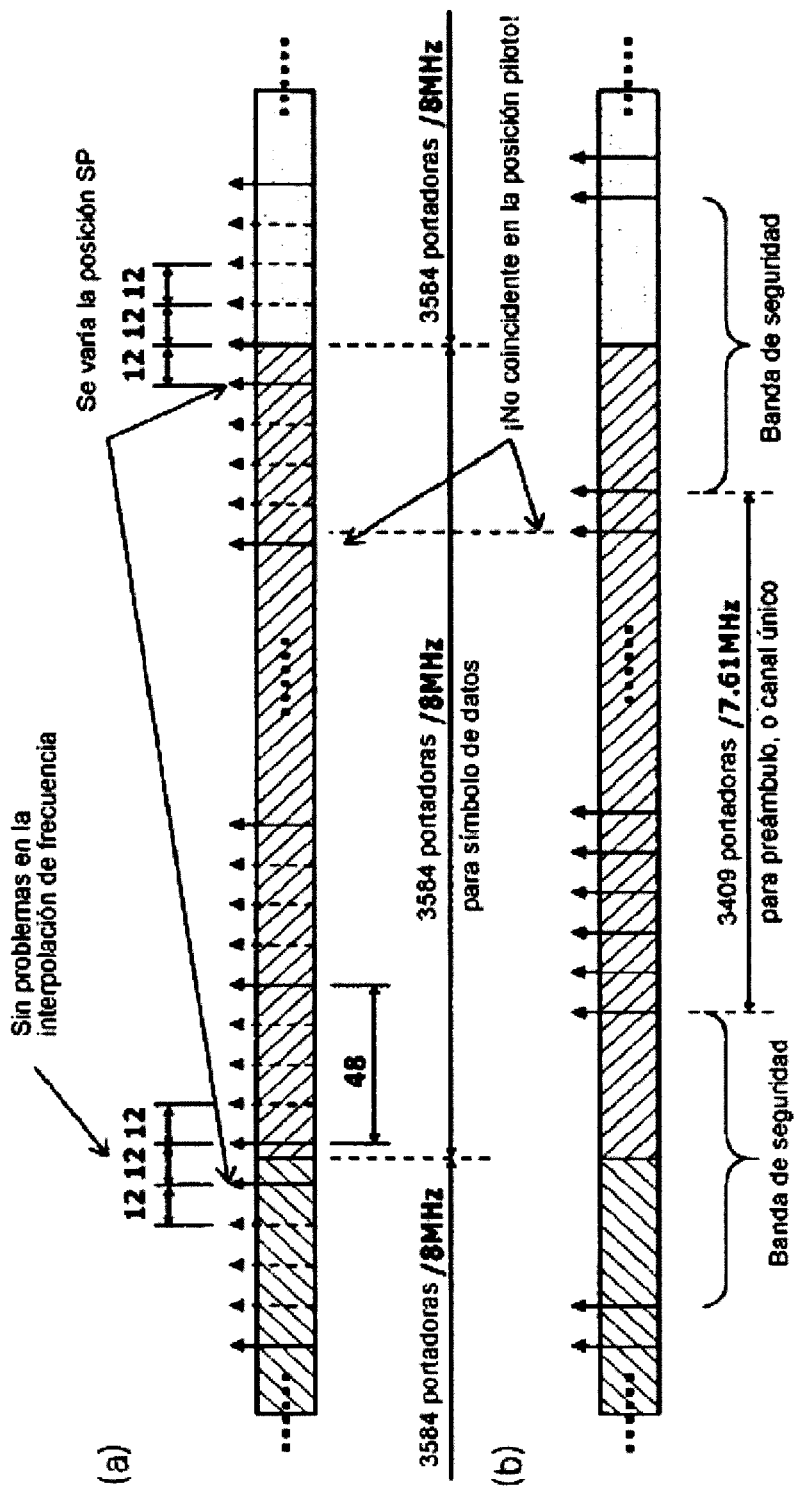


Fig. 45

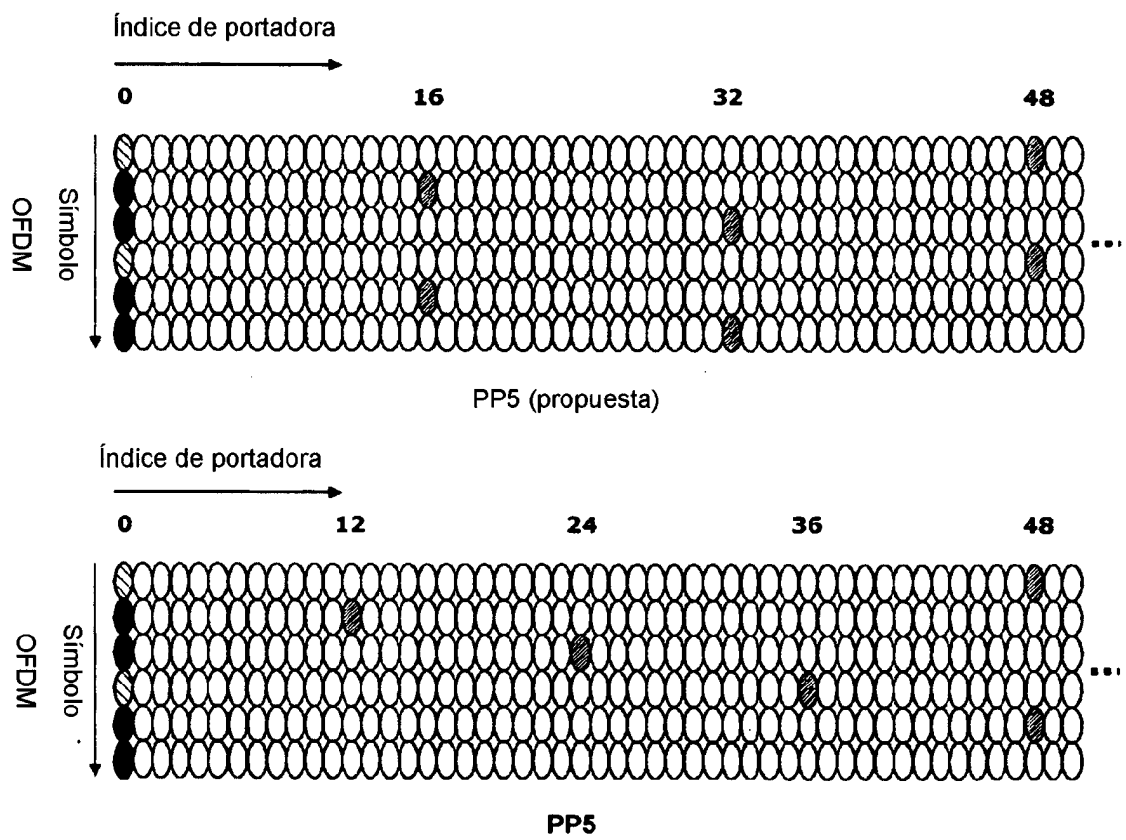


Fig. 46

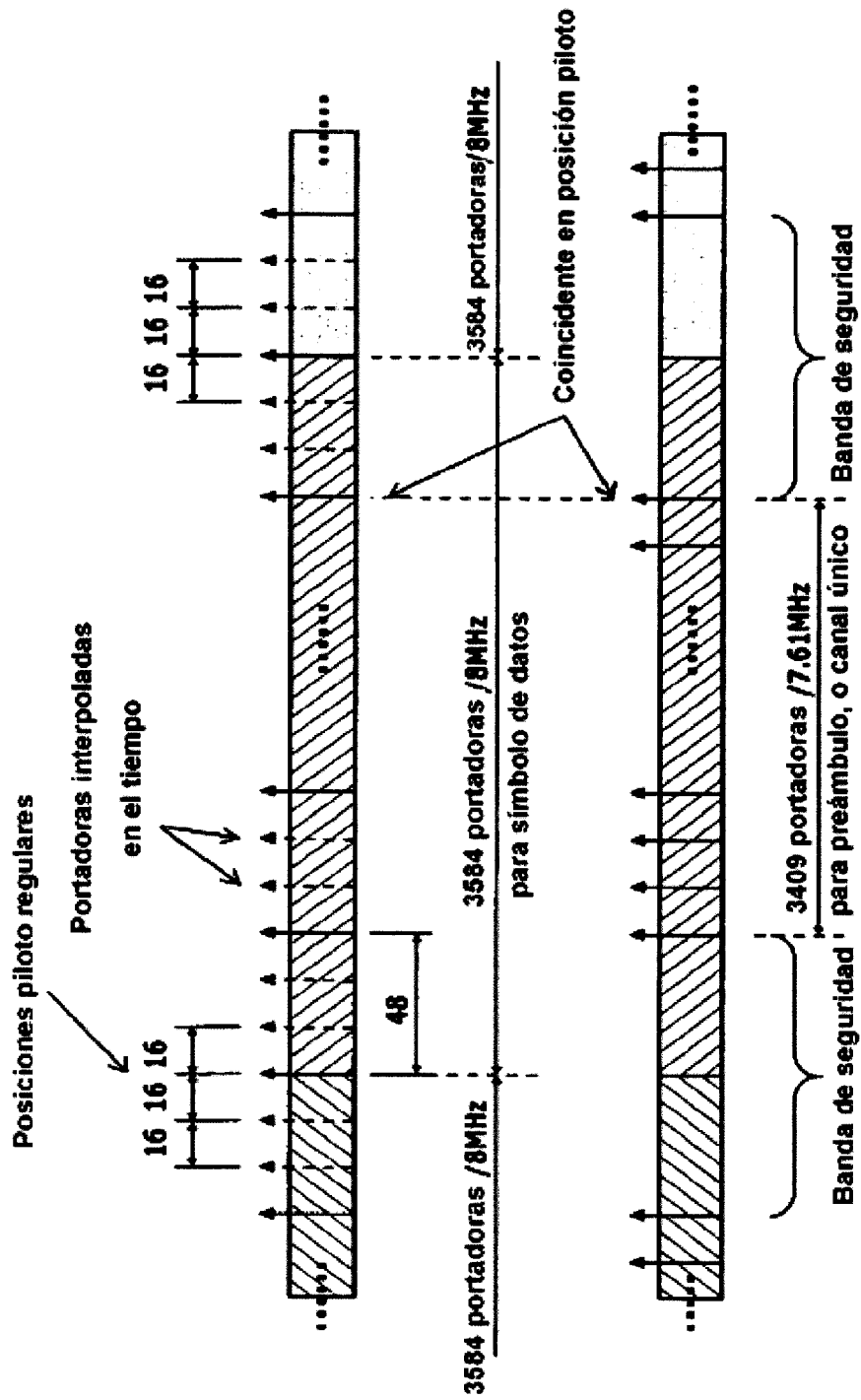


Fig. 50

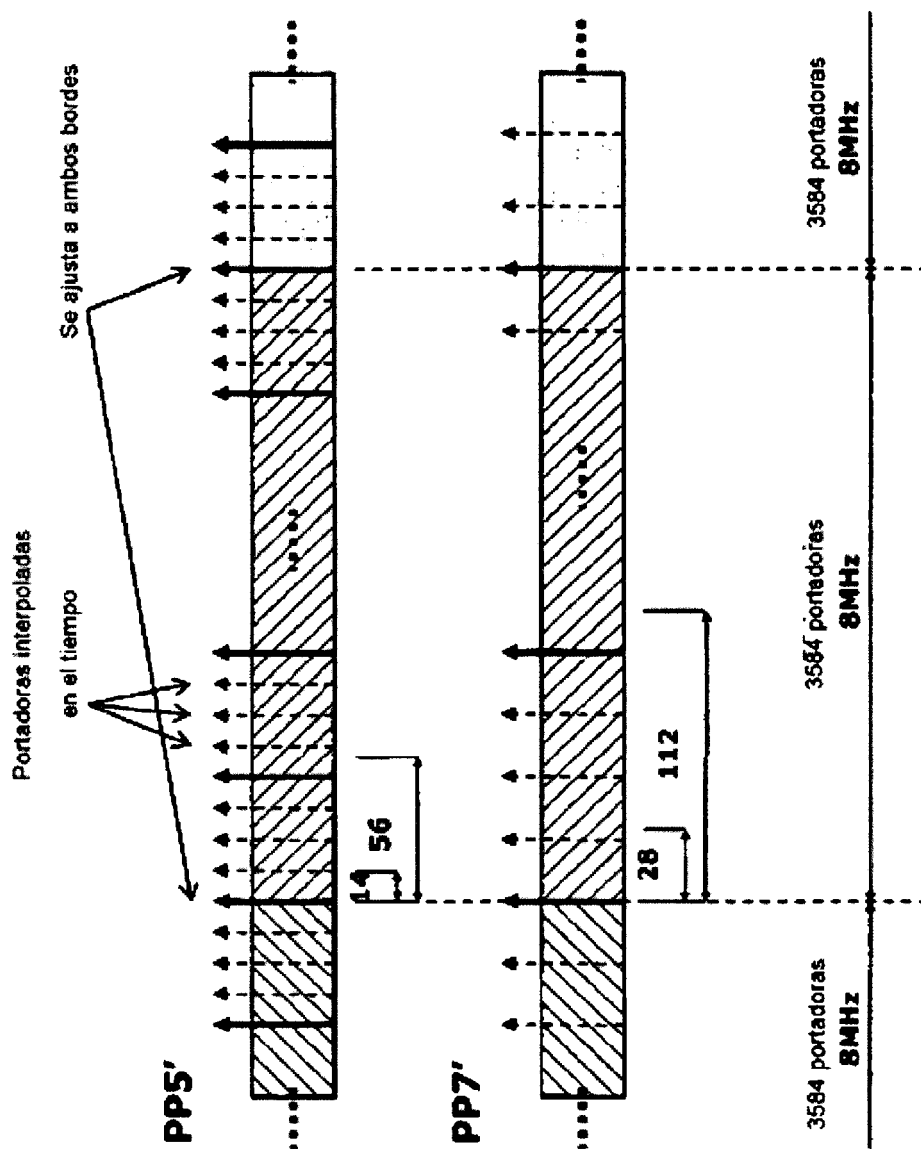


Fig.51

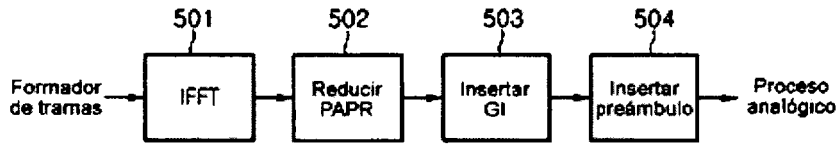


Fig.52

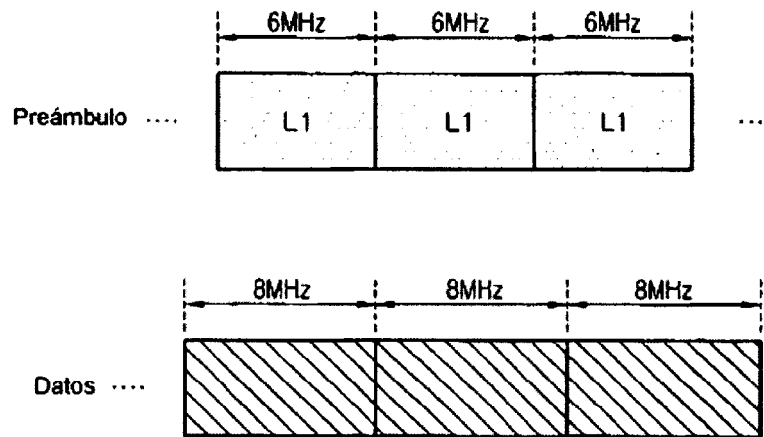


Fig.53

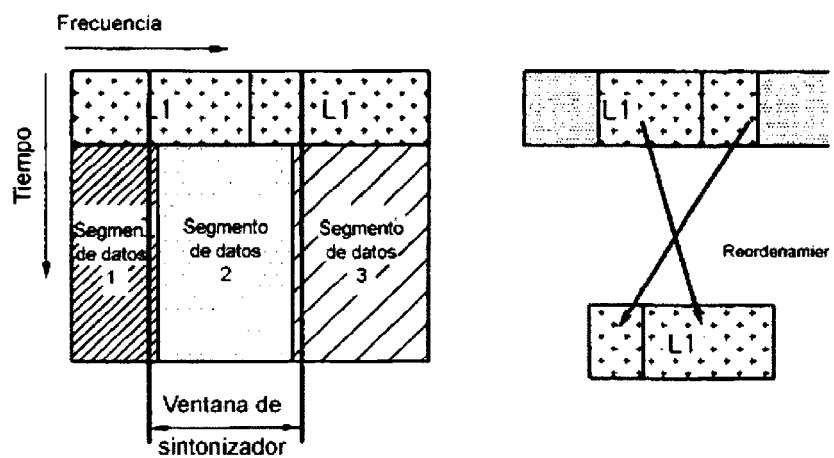


Fig. 54

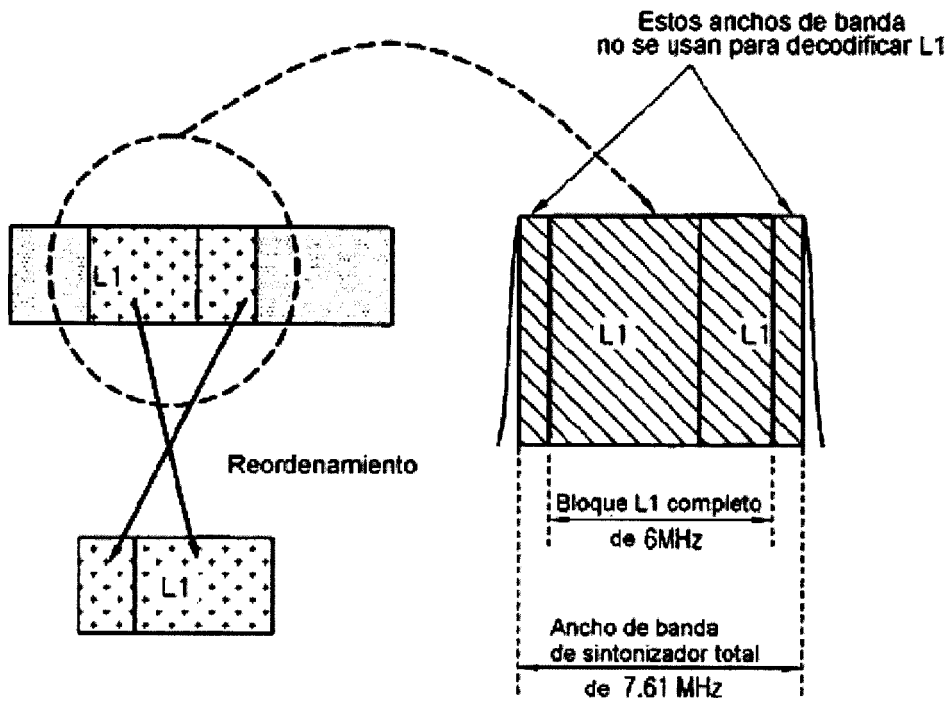


Fig. 55

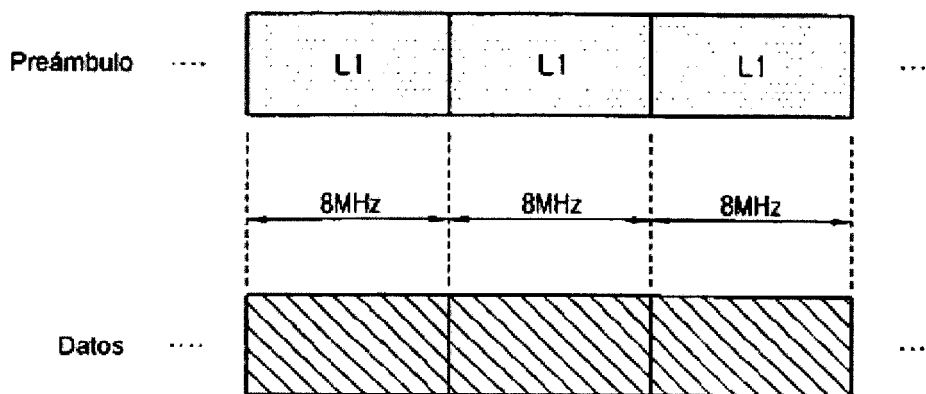


Fig.56

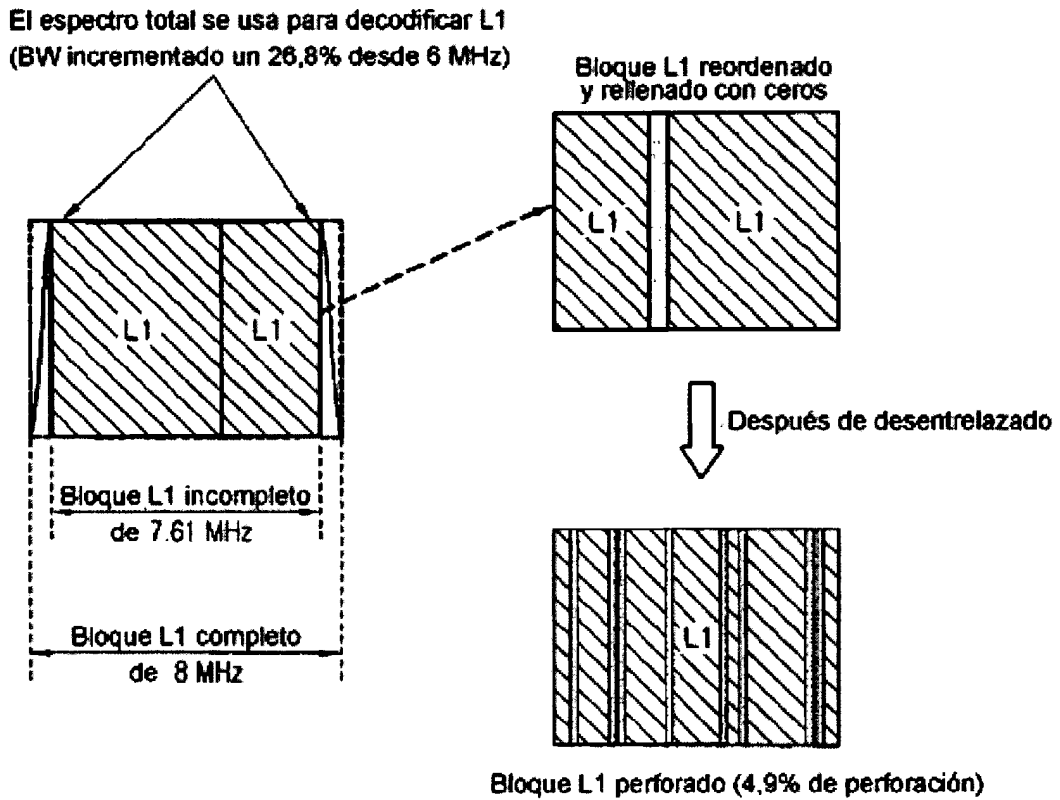


Fig. 57

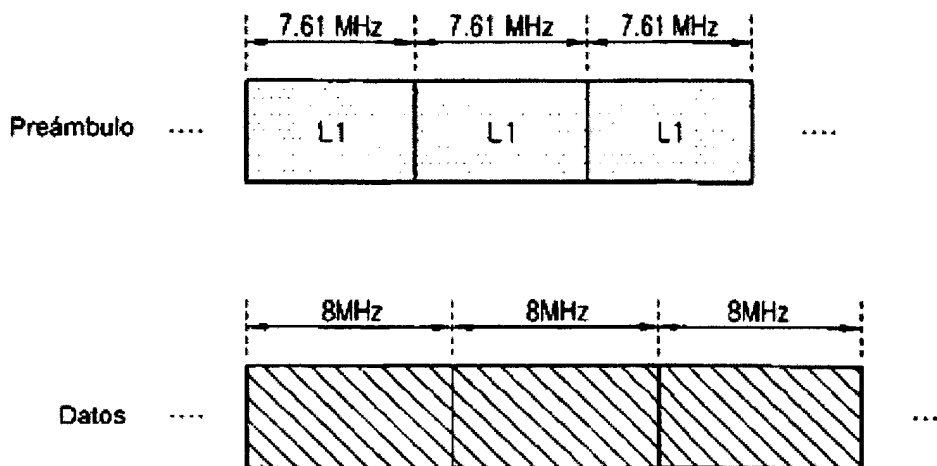


Fig. 58

El espectro total se usa para decodificar L1
(BW incrementado un 26,8% desde 6 MHz)

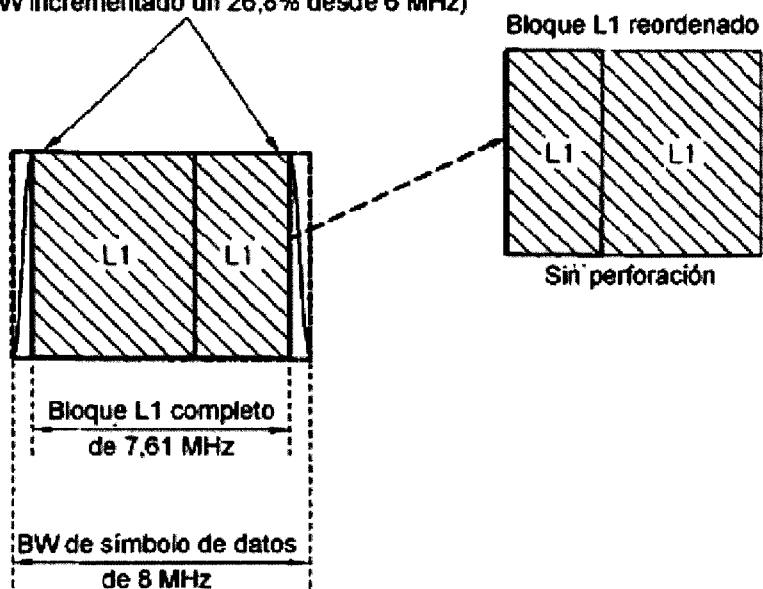


Fig. 59

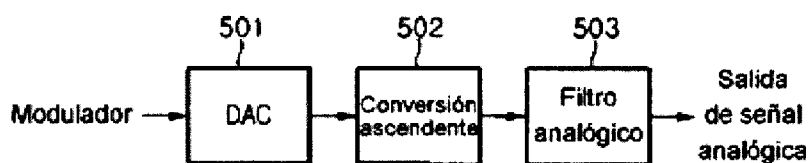


Fig. 60

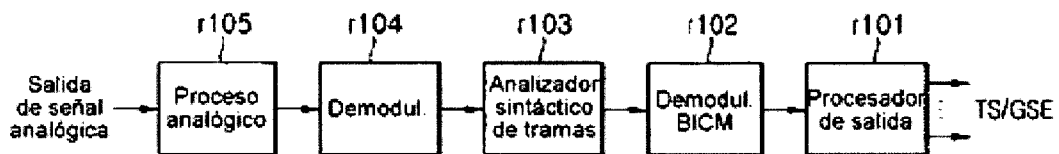


Fig. 61

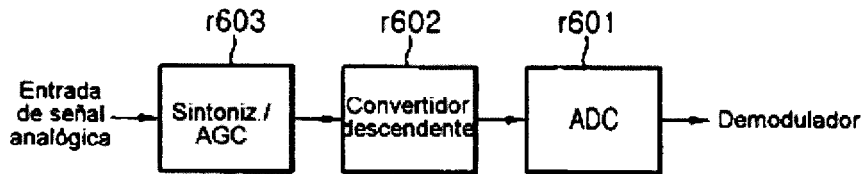


Fig. 62

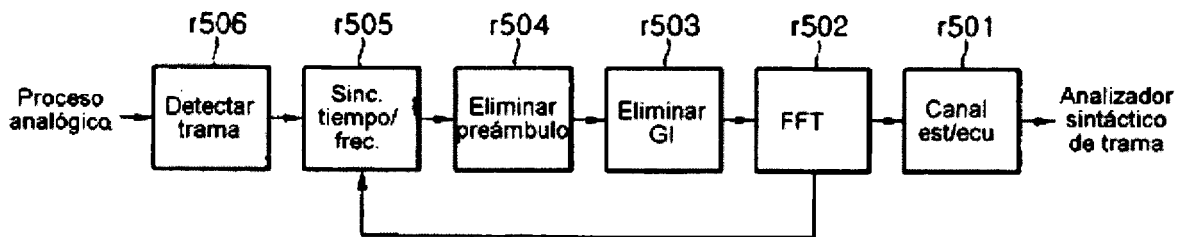


Fig. 63

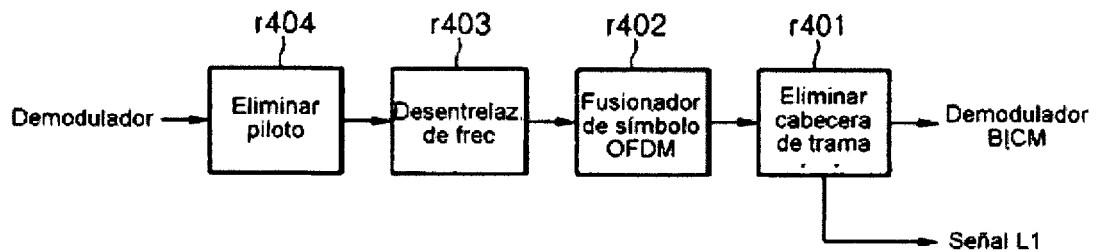


Fig. 64

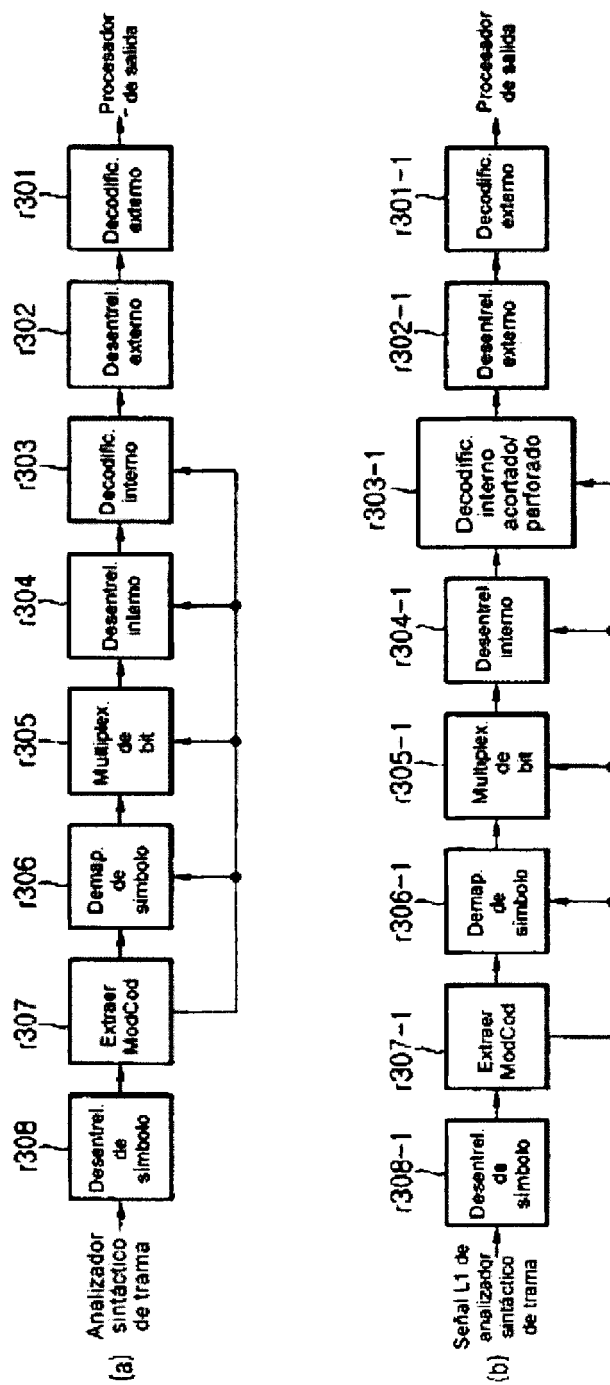


Fig. 65

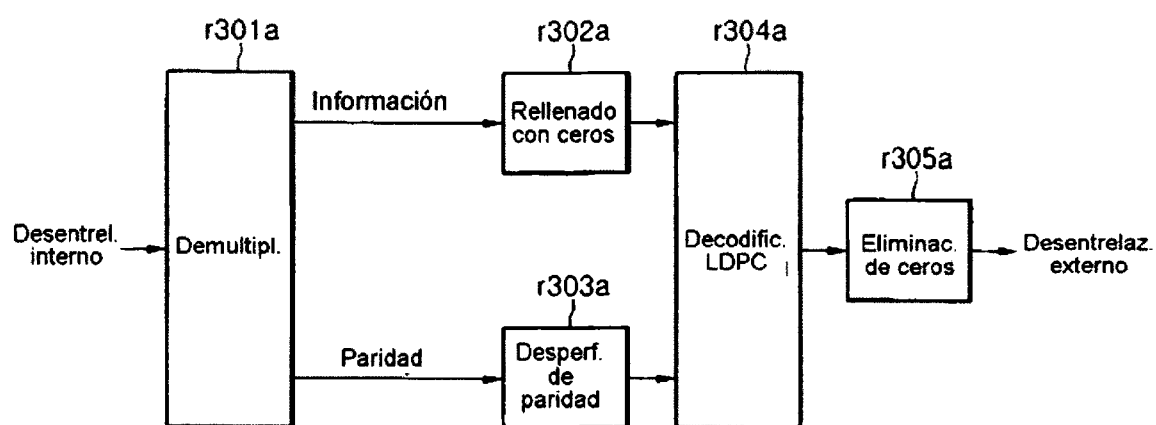


Fig. 66

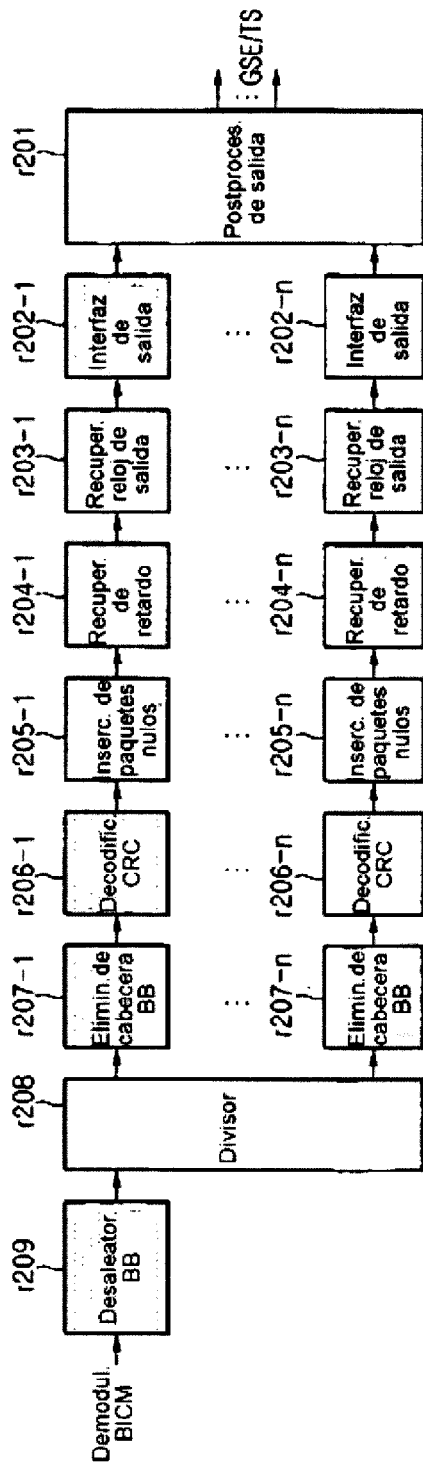


Fig. 67

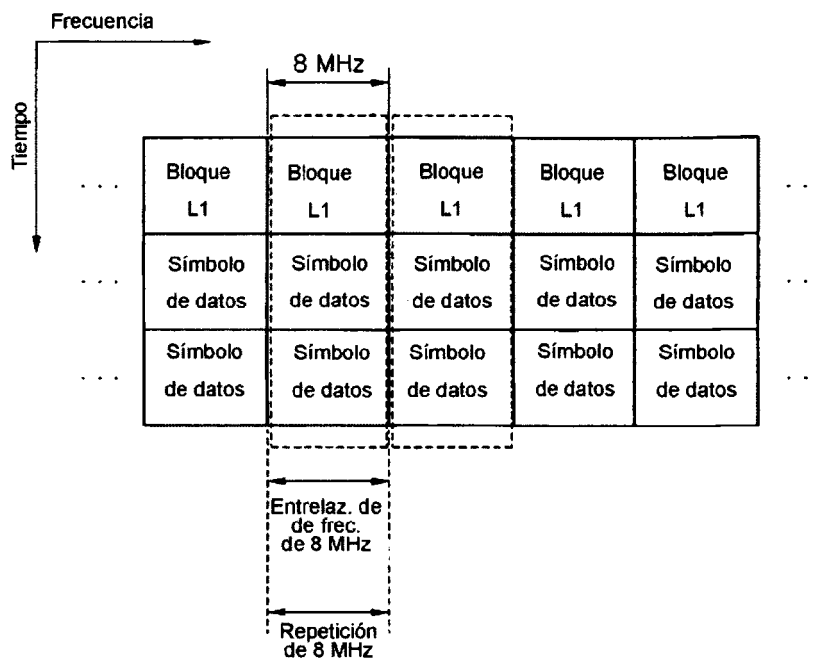


Fig. 68

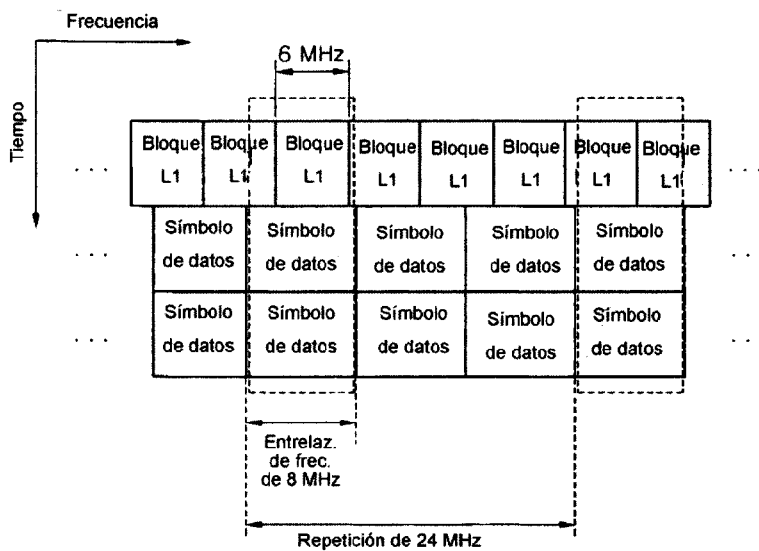


Fig. 69

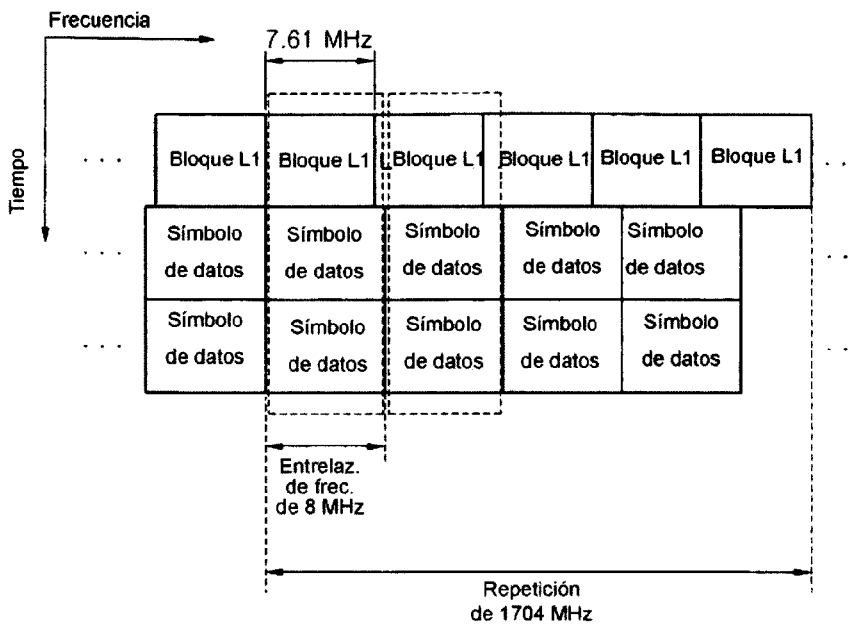


Fig. 70

Campo	Bits	
L1_span	12	Número de portadoras abarcadas por el bloque L1 dentro de un símbolo OFDM (Max=7,61 MHz)
num_chbon	3	Número de canales unidos
num_dslice	8	Número de segmentos de datos
num_plp	8	Número de PLP
num_notch	5	Número de bandas de ranura
for dslice {		
chbon_index	3	Índice de canal unido
dslice_start	9	Inicio de segmento de datos dentro de un canal (8 MHz)
dslice_width	9	Ancho de segmento de datos
}		
for plp {		
dslice_id	8	ID segmentado de datos
plp_id	8	ID PLP
plp_type	1	Tipo de PLP (común/datos)
plp_payload_type	5	Tipo de carga útil PLP (TS, GS, ...)
}		
for notch {		
chbon_index	3	Índice de canal unido
notch_start	9	Inicio de banda de ranura dentro de un canal (8MHz)
notch_width	9	Ancho de banda de ranura
}		
gi	1	Modo de intervalo de seguridad
sframe_id	16	ID de supertrama
frame_id	16	ID de trama
reserved	0	rfu
crc32	32	CRC32
Total	11760	

El número de bits de información L1 varía según diversas configuraciones/condiciones

Fig. 71


Info L1 (bits)	11760	 Tamaño máximo
Bloque L1 (bits)	23520	
Símbolos 16 - QAM	5880	
Portadoras totales	3408	
Distancia SP de preámbulo	6	
Portadoras de datos	2840	
LDPC corto	1.45	
Símbolos OFDM	2.07	

Fig.72

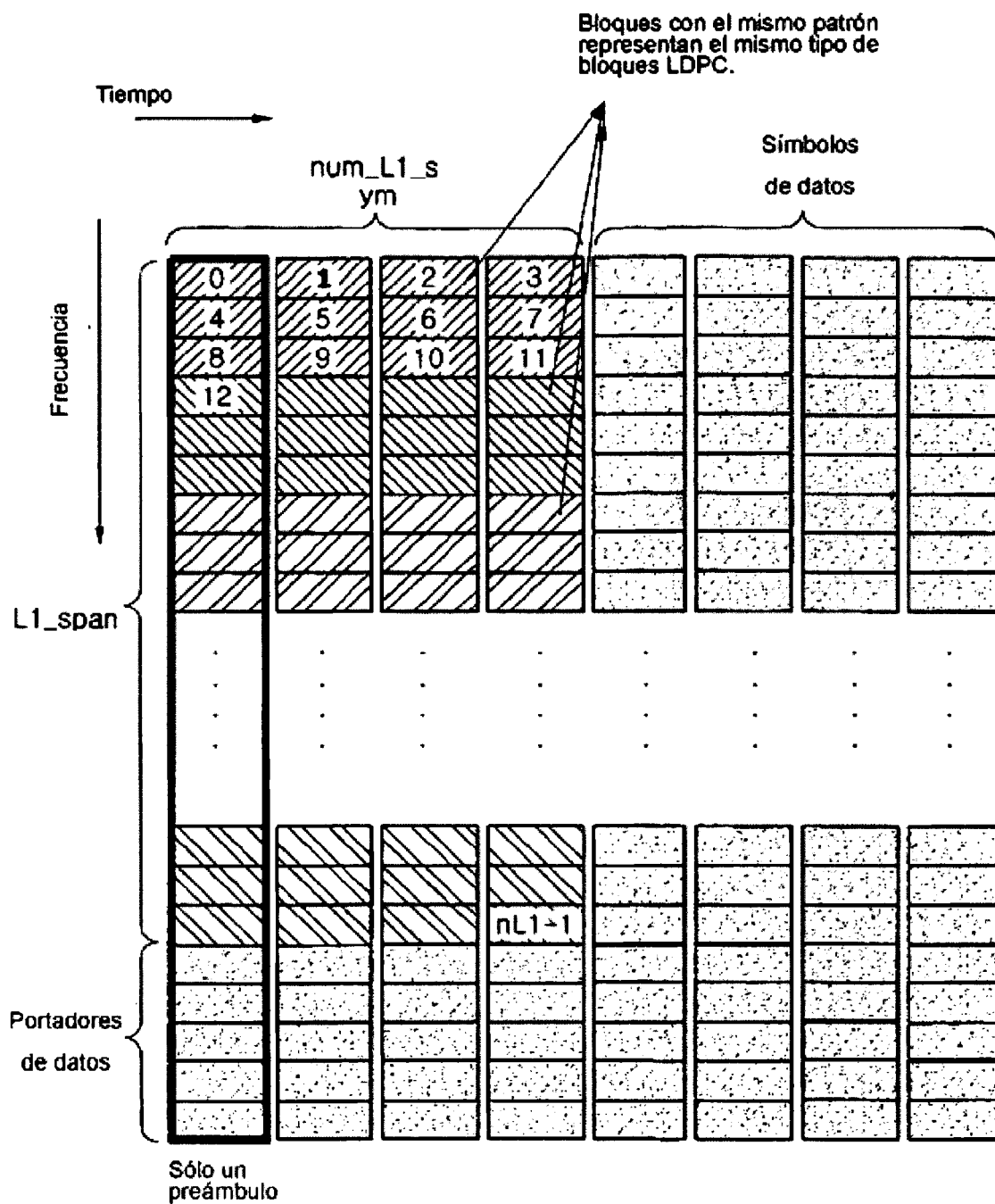


Fig. 73

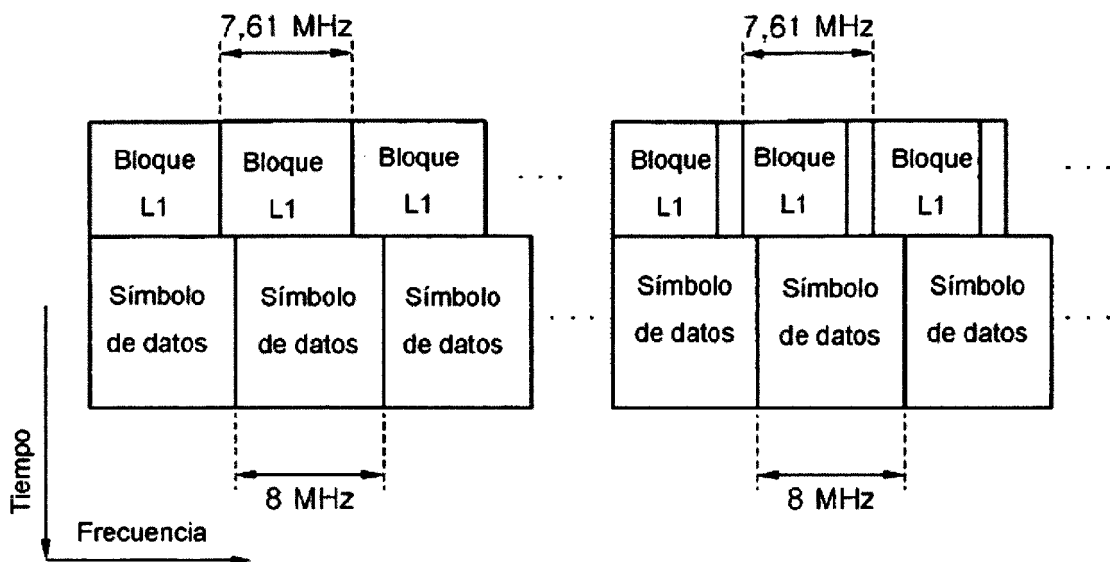


Fig.74

Campo	Bits	
L1_column	9	Número de portadoras abarcadas por el bloque L1 dentro de un símbolo OFDM (Max=7,81 MHz)
L1_row	3	Número de símbolos OFDM abarcados por el bloque L1
num_chbon	3	Número de canales unidos
num_plp	8	Número de segmentos de datos
num_dslice	8	Número de PLP
num_notch	5	Número de bandas de ranura
for dslice {		
chbon_index	3	Índice de canal unido
dslice_start	9	Inicio de segmento de datos dentro de un canal (8 MHz)
dslice_width	9	Ancho de segmento de datos
}		
for plp {		
dslice_id	8	ID segmentado de datos
plp_id	8	ID PLP
plp_type	1	Tipo de PLP (común/datos)
plp_payload_type	5	Tipo de carga útil de PLP (TS, GS, ...)
}		
for notch {		
chbon_index	3	Índice de canal unido
notch_start	9	Inicio de banda de ranura dentro de un canal (8MHz)
notch_width	9	Ancho de banda de ranura
}		
gi	1	Modo de intervalo de seguridad
strame_id	16	ID de supertrama
frame_id	16	ID de trama
reserved	16	rtu
crc32	32	CRC32
Total	11776	

El número de bits de información L1 varía según diversas configuraciones/condiciones

Fig. 75

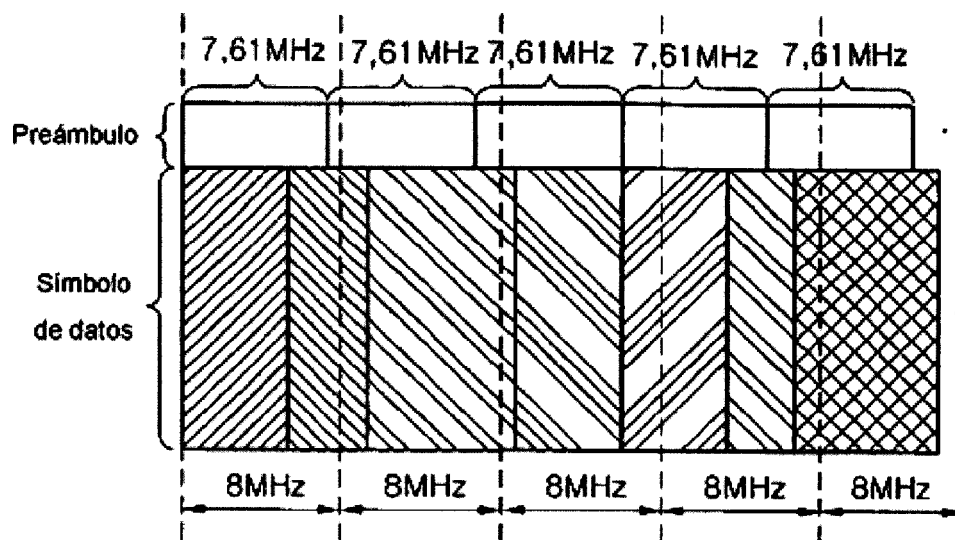


Fig. 76

Tamaño de bloque LDPC	Modulación (bps/Hz)	Símbolos QAM	Sobrecarga ModCod
64800	4	16200	0.28%
	6	10800	0.42%
	8	8100	0.56%
	10	6480	0.69%
	12	5400	0.83%
16200	4	4050	1.11%
	6	2700	1.67%
	8	2025	2.22%
	10	1620	2.78%
	12	1350	3.33%

Fig.77

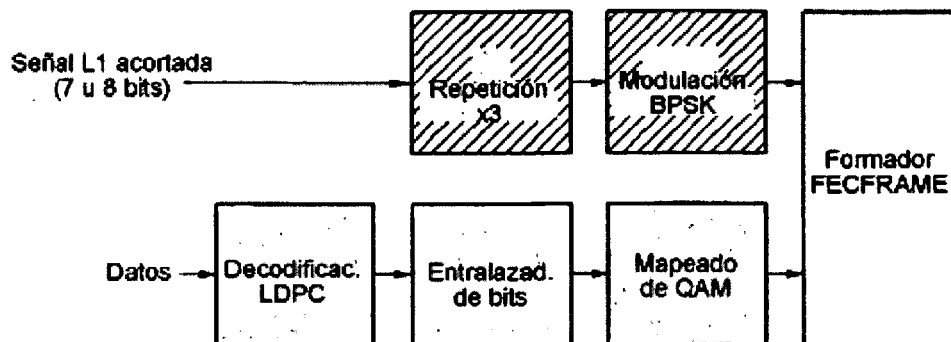


Fig.78

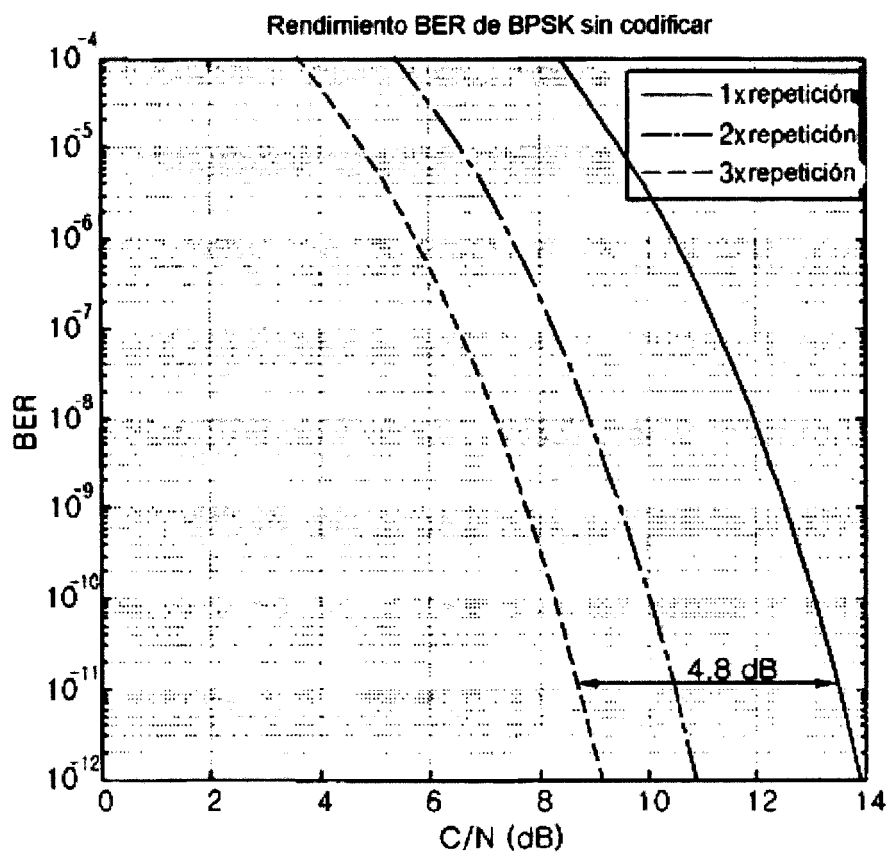


Fig. 79

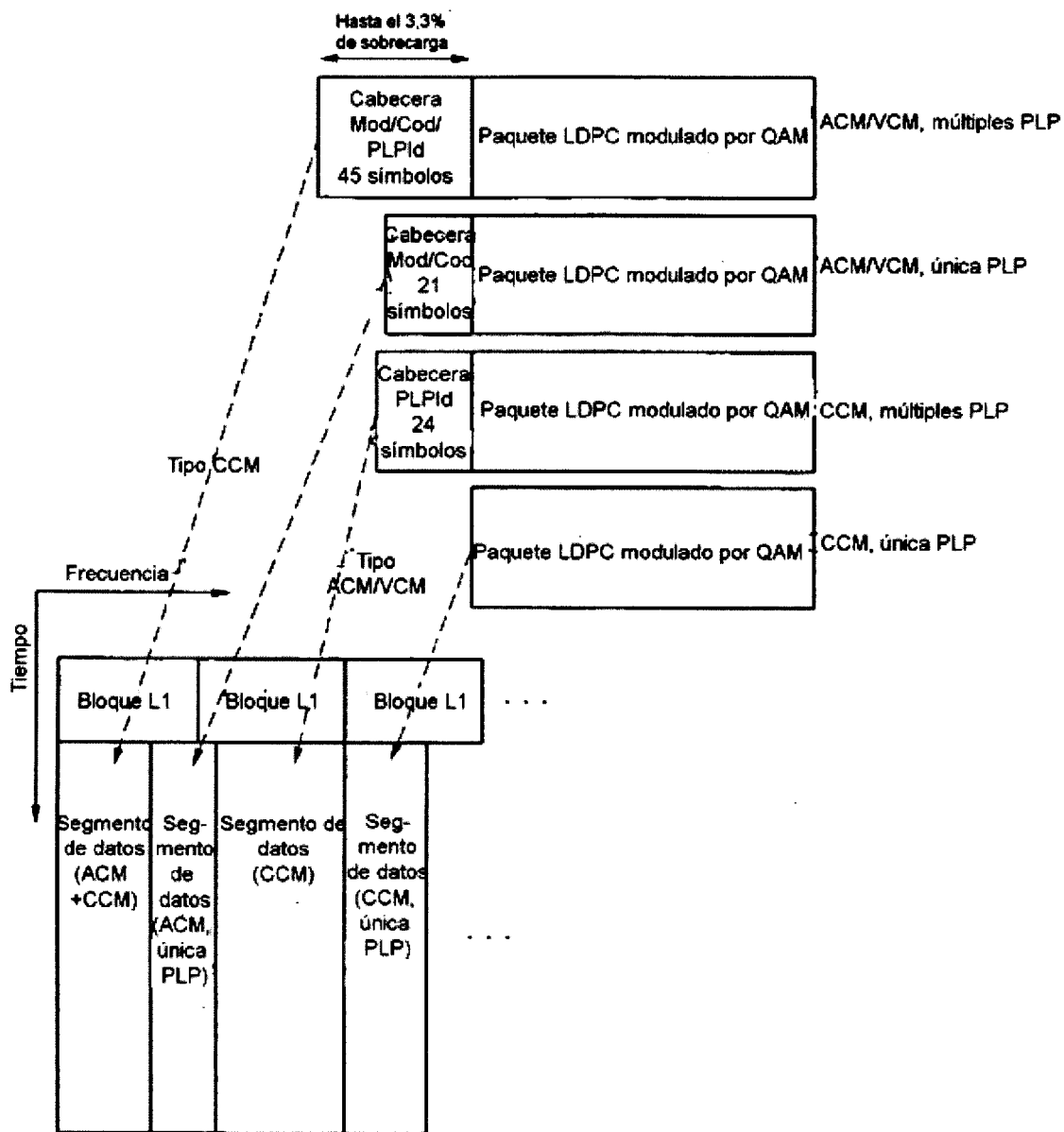


Fig.80

Campo	Bits	
L1_size	14	tamaño de bloque L1 (bits)
num_chbon	3	número de canales unidos
num_dslice	8	número de segmentos de datos
num_plp	8	número de PLP
num_notch	5	número de bandas de ranura
for dslice {		
chbon_index	3	índice de canal unido
dslice_start	9	inicio de segmento de datos dentro de un canal (8 MHz)
dslice_width	9	anchura de segmento de datos
dslice_time_intrlv	1	entrelazado de tiempo activado/desactivado
dslice_type	1	tipo de segmento de datos (CCM_ACM/VCM)
for plp {		
dslice_id	8	ID de segmento de datos
plp_id	8	ID de PLP
plp_type	1	tipo de PLP (común/datos)
plp_payload_type	5	carga útil de PLP (TSGS...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	tipo de modulación de PLP
plp_fec_type	1	tipo de FEC de PLP (largo/corto)
plp_cod	3	tasa de código de PLP
}		
}		
}		
for notch {		
chbon_index	3	índice de canal unido
notch_start	9	inicio de banda de ranura dentro de un canal (8 MHz)
notch_width	9	ancho de banda de ranura
}		
gi	1	modo de intervalo de seguridad
sframe_id	16	ID de supertrama
frame_id	16	ID de trama
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
Total	14082	

El tamaño del bloque L1 se transmite en el primer bloque de LDPC (longitud más corta fijada = 192 bits)

Entrelazado de tiempo activado/desactivado para soportar modo de latencia corta

Tipo de segmento de datos para reducción de sobrecarga de señalización L1

Los campos Mod/Cod se transmiten en el preámbulo sólo para el tipo CCM

Fig. 81

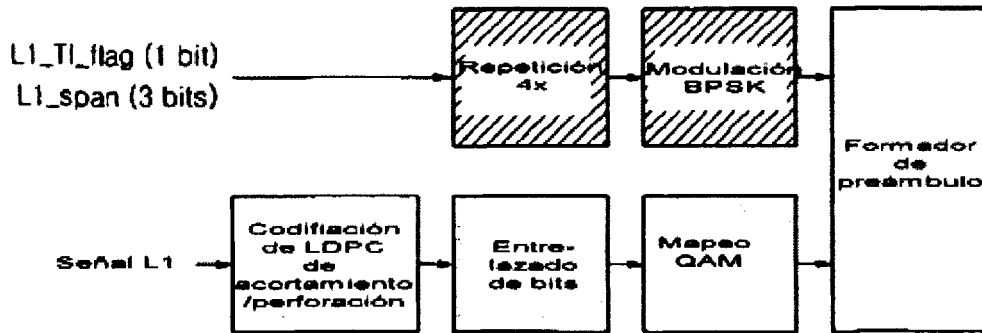


Fig. 82

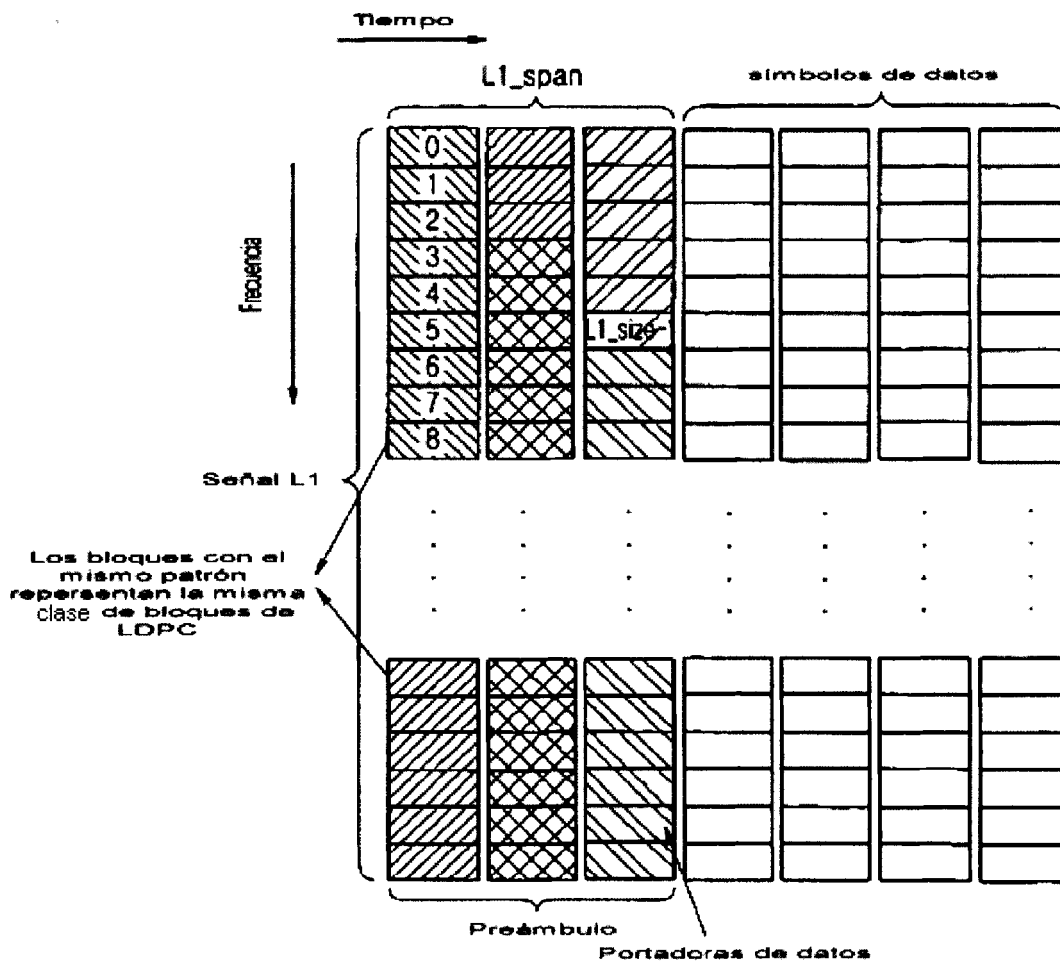


Fig. 83

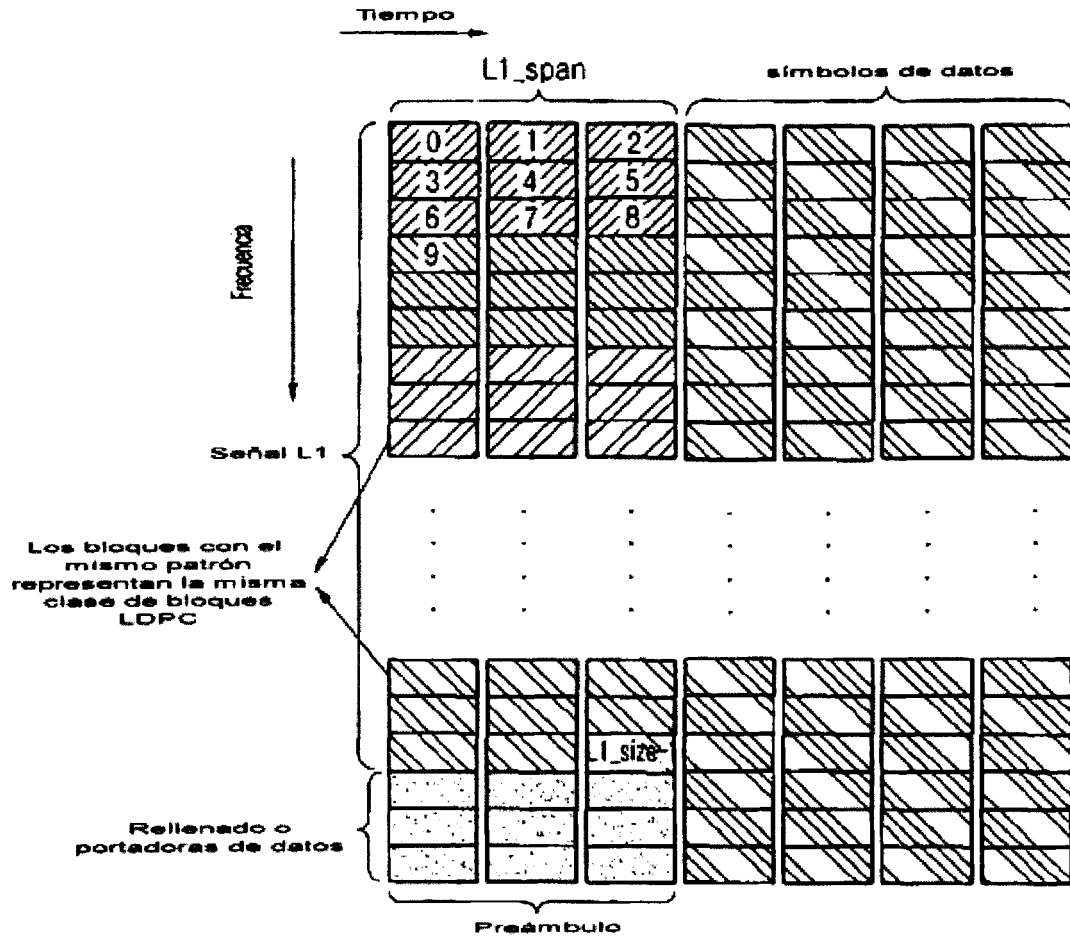


Fig. 84

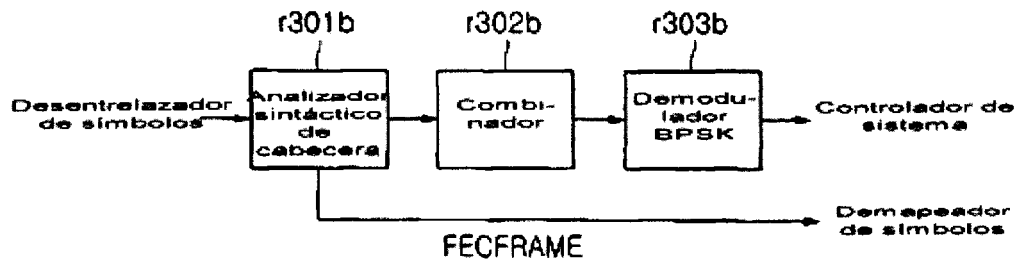


Fig. 85

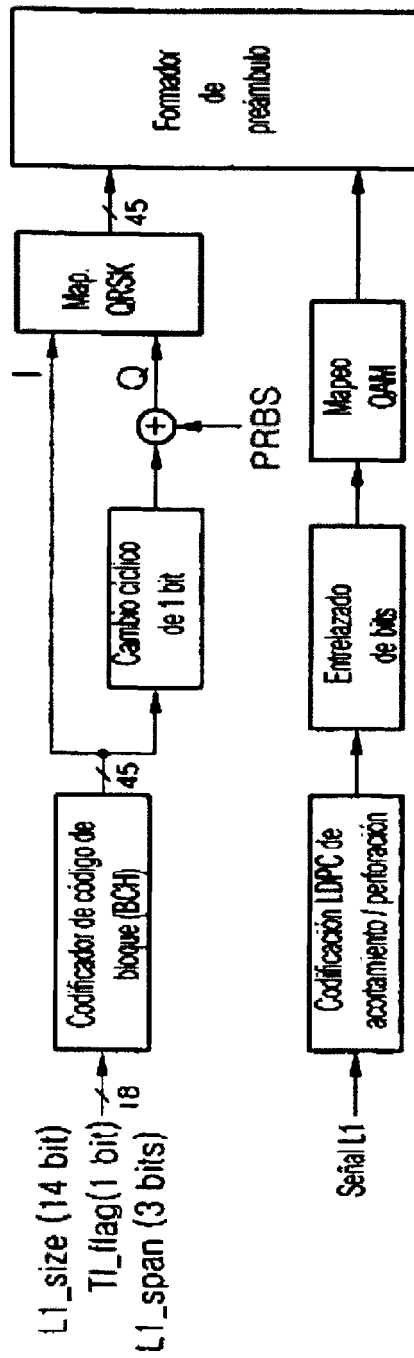


Fig.86

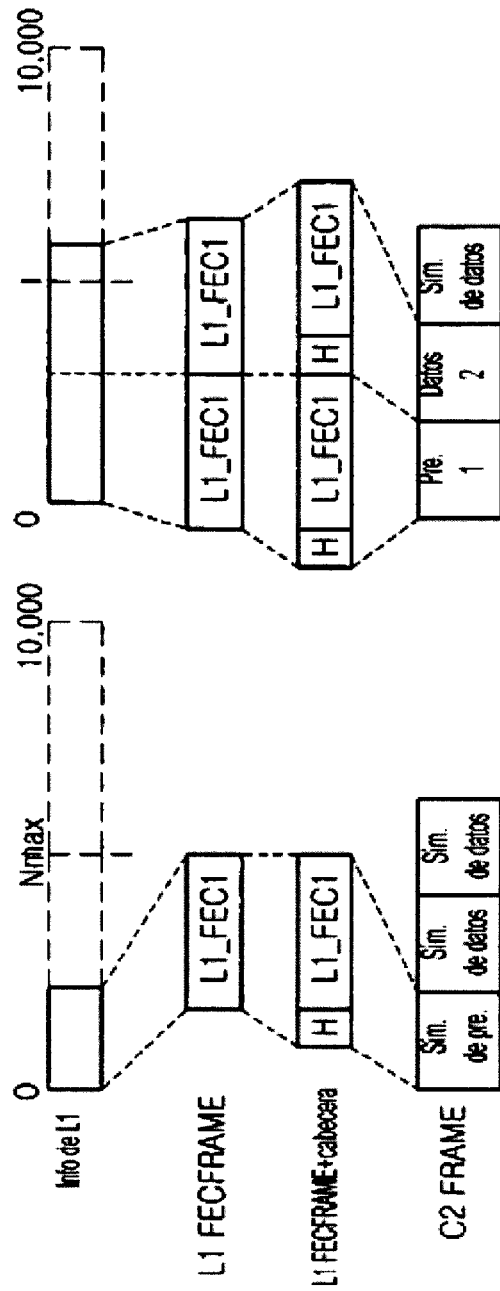


Fig.87

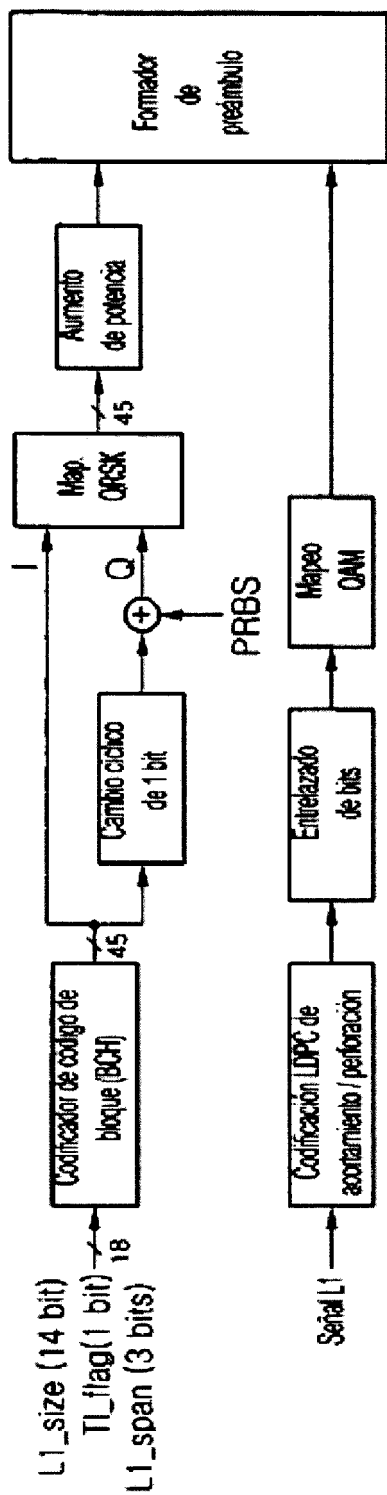


Fig. 88

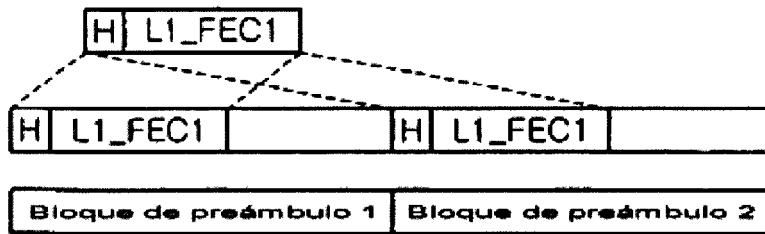


Fig. 89

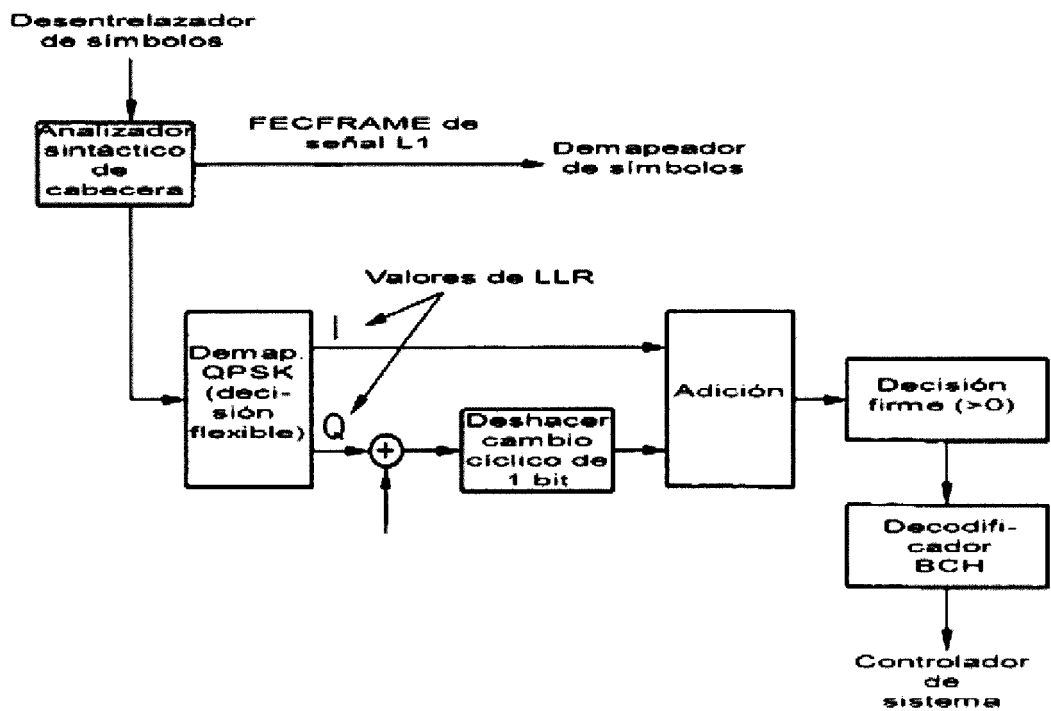


Fig. 90

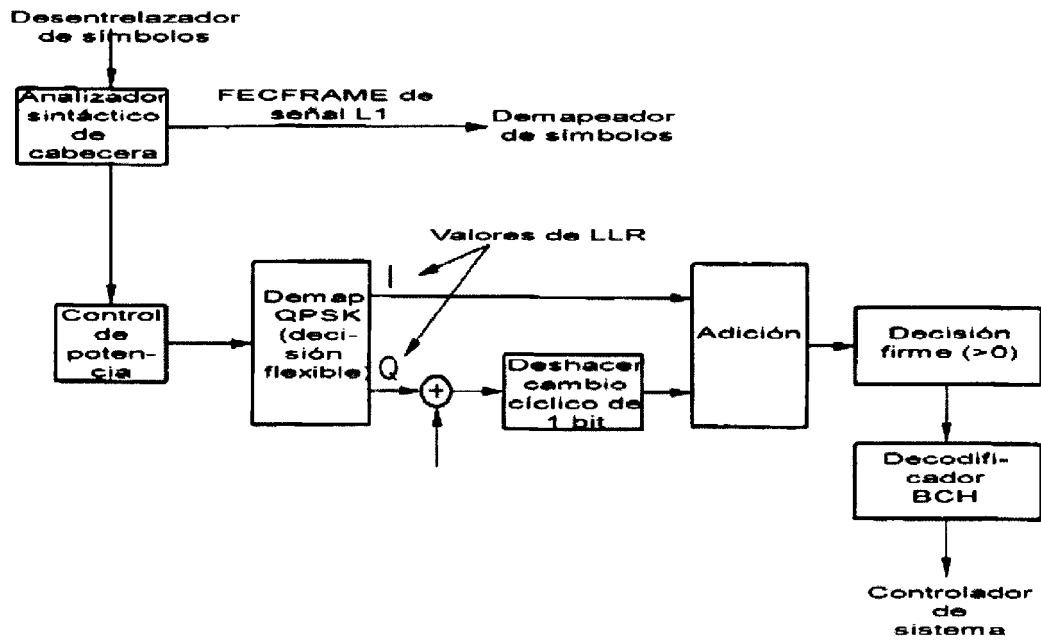


Fig. 91

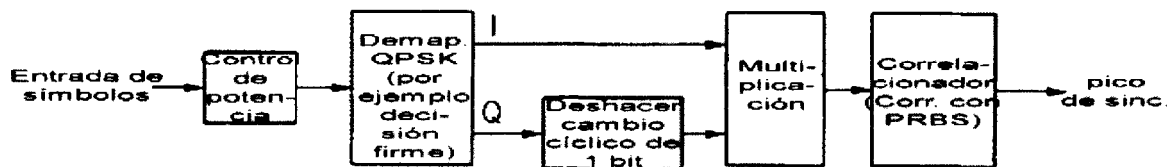


Fig. 92

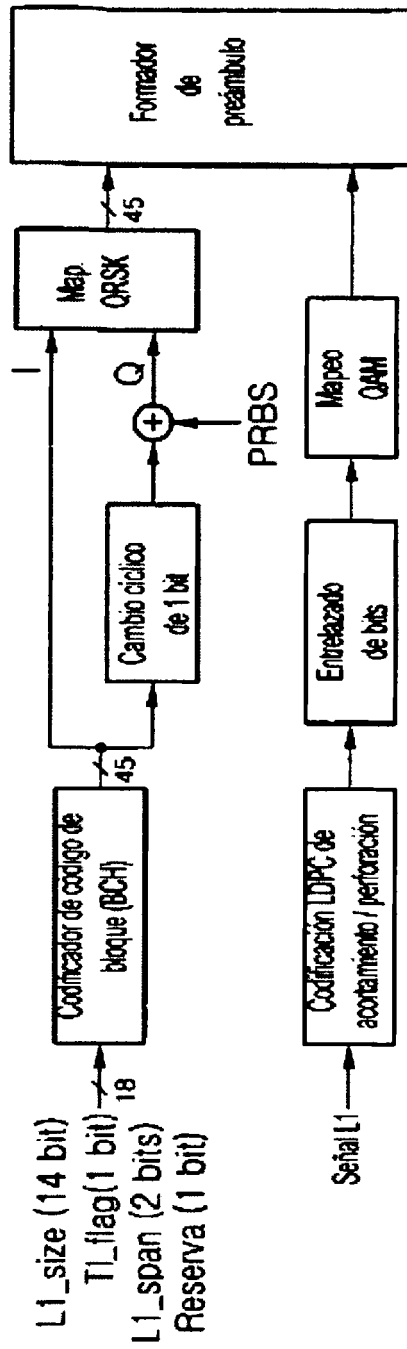


Fig. 93

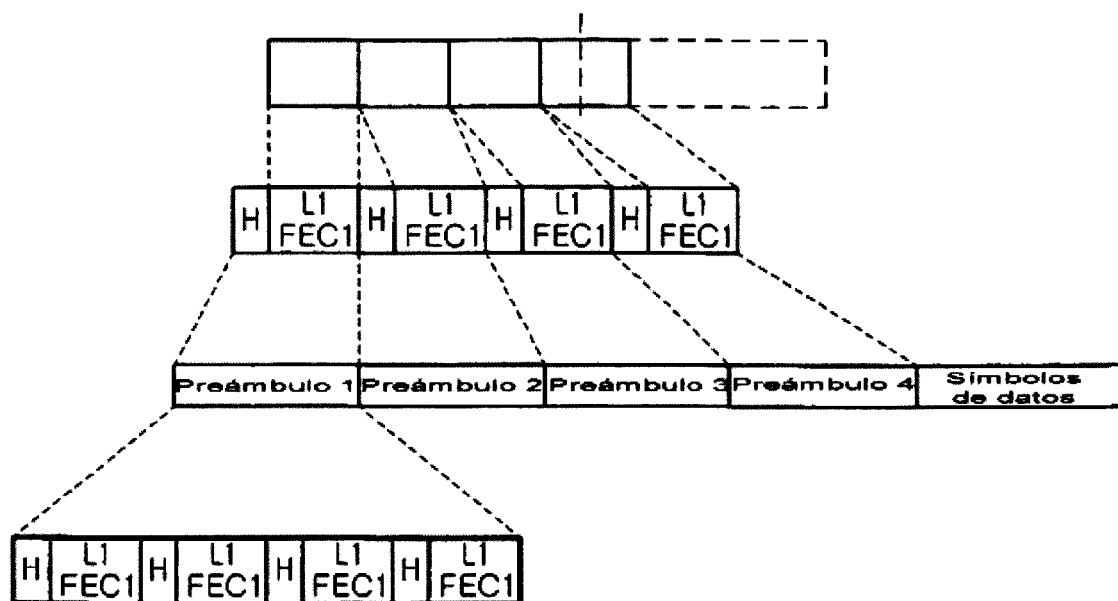


Fig. 94

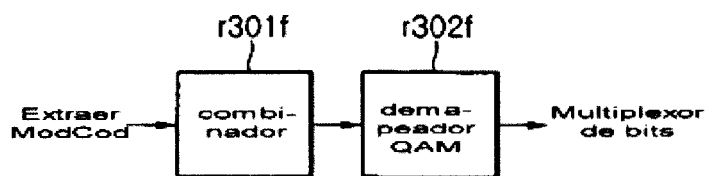


Fig.95

Campo	Bits	
L1_size	14	tamaño de bloque L1 (bits)
num_chbon	3	número de canales unidos
num_dslice	8	número de segmentos de datos
num_plp	8	número de PLP
num_notch	5	número de bandas de ranura
for dslice {		
chbon_index	3	índice de canal unido
dslice_start	9	inicio de segmento de datos dentro de un canal (8 MHz)
dslice_width	9	anchura de segmento de datos
dslice_time_intrlv	1	entrelazado de tiempo activado/desactivado
dslice_type	1	tipo de segmento de datos (CCM, ACM/VCM)
}		
for plp {		
dslice_id	8	ID de segmento de datos
plp_id	8	ID de PLP
plp_type	1	tipo de PLP (común/datos)
plp_payload_type	5	tipo de carga útil de PLP (TS, GS...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	tipo de modulación de PLP
plp_fec_type	1	tipo de FEC de PLP (largo/corto)
plp_cod	3	tasa de código de PLP
plp_start	21	dirección de inicio de PLP
}		
}		
for notch {		
chbon_index	3	índice de canal unido
notch_start	9	inicio de banda de ranura dentro de un canal (8 MHz)
notch_width	9	ancho de banda de ranura
}		
gi	1	modo de intervalo de seguridad
sframe_id	16	ID de supertrama
frame_id	16	ID de trama
reserved	16	ru
crc32	32	CRC32
Total	19458	

El número de bits de información de L1 varía según diversas configuraciones/condiciones

Fig. 96

Campo	Bits	
L1_size	14	Tamaño de bloque L1 (bits)
num_chbon	3	Número de canales unidos
num_dslice	8	Número de segmentos de datos
num_plp	8	Número de PLP
num_notch	5	Número de bandas de ranura
for dslice {		
chbon_index	3	Índice de canal unido
dslice_start	9	Inicio de segmento de datos dentro de un canal (8 MHz)
dslice_width	9	Anchura de segmento de datos
dslice_time_intrlv	1	Entrelazado de tiempo activador/desactivado
dslice_type	1	Tipo de segmento de datos (CCM, ACM/VCM)
}		
for plp {		
dslice_id	8	ID segmentado de datos
plp_id	8	ID de PLP
plp_type	1	Tipo de PLP (común/datos)
plp_payload_type	5	Tipo de carga útil de PLP (TS, GS, ...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	Tipo de modulación de PLP
plp_fec_type	1	Tipo de FEC de PLP (largo/corto)
plp_cod	3	Tasa de código de PLP
plp_start	14	Dirección de inicio de PLP
}		
}		
for notch {		
chbon_index	3	Índice de canal unido
notch_start	9	Inicio de banda de ranura dentro de un canal (8MHz)
notch_width	9	Anchura de banda de ranura
}		
gi	1	Modo de intervalo de seguridad
sframe_id	16	ID de supertrama
frame_id	16	ID de trama
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
Total	17666	

El número de bits de información L1 varía según diversas configuraciones/condiciones

Fig. 97

Longitud LDPC	Tipo de QAM	Símbolos de QAM
64800	16 QAM	16200
64800	64 QAM	10800
64800	256 QAM	8100
64800	1024 QAM	6480
64800	4096 QAM	5400
16200	16 QAM	4050
16200	64 QAM	2700
16200	256 QAM	2025
16200	1024 QAM	1620
16200	4096 QAM	1350

Fig. 98

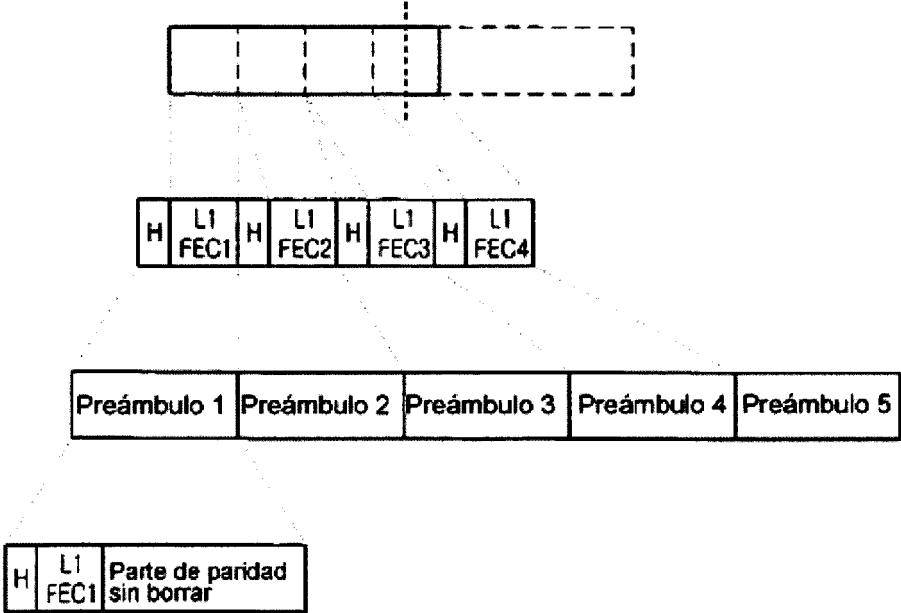


Fig. 99

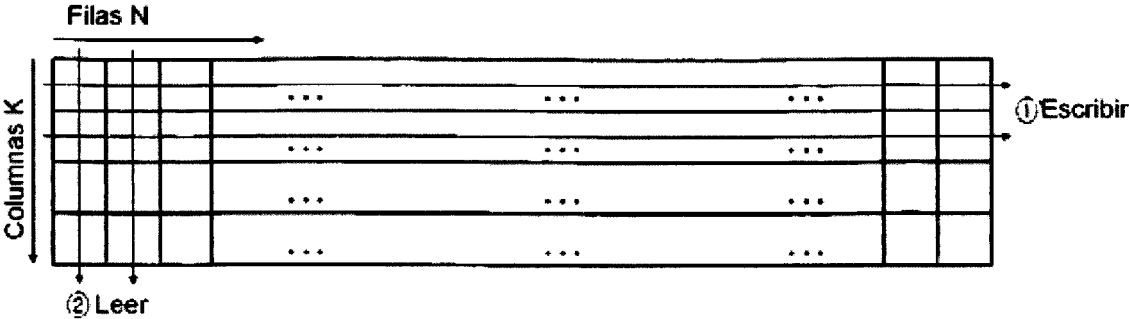


Fig. 100

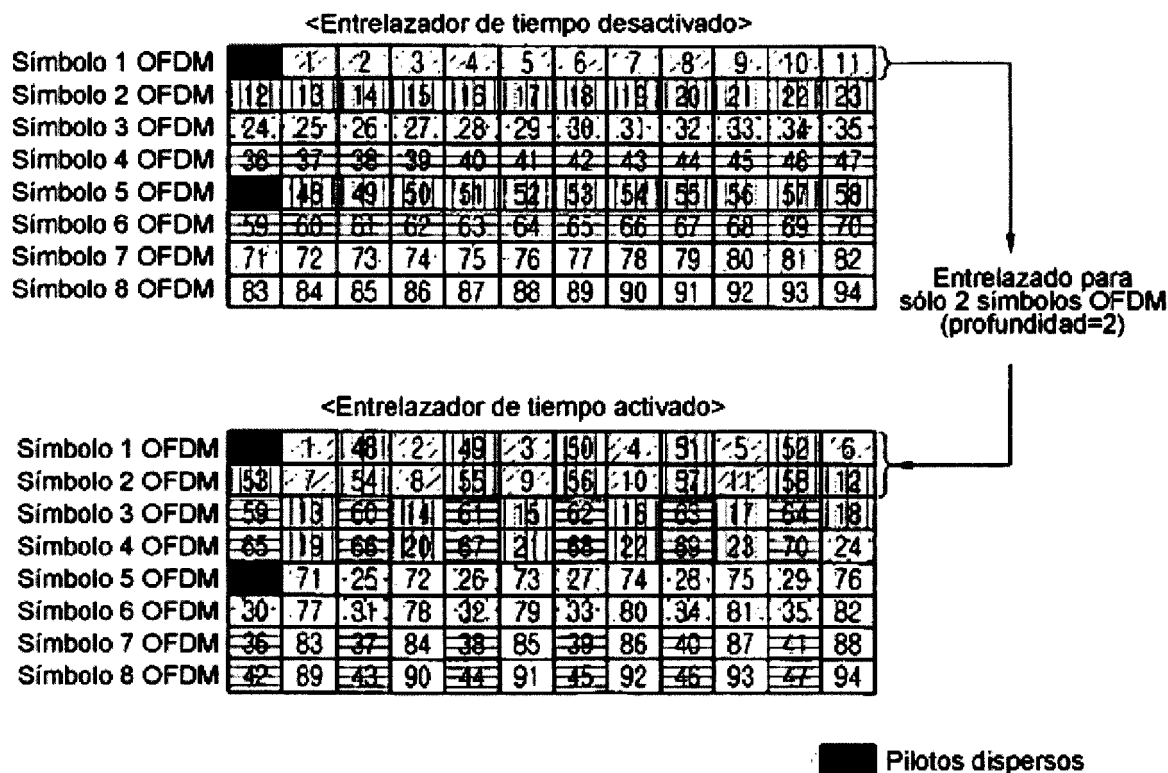


Fig. 101

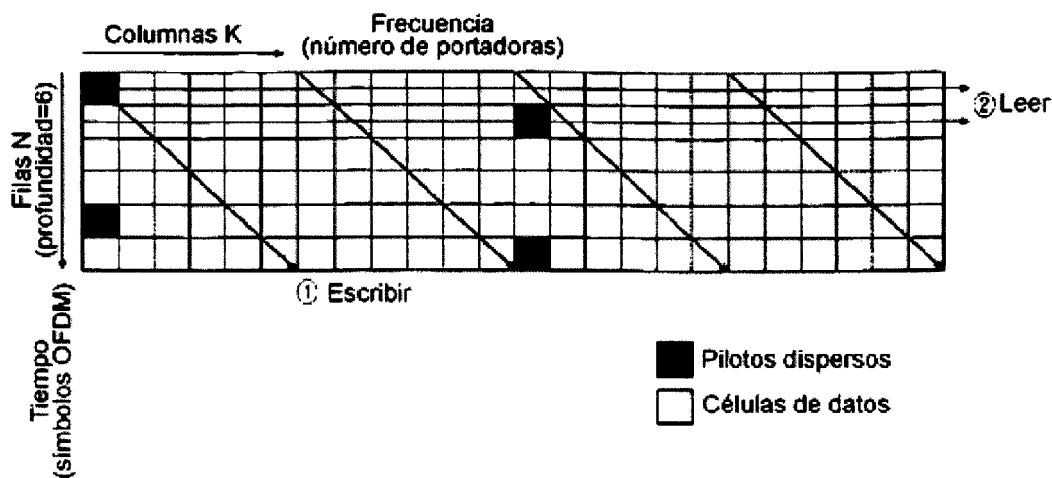


Fig.102

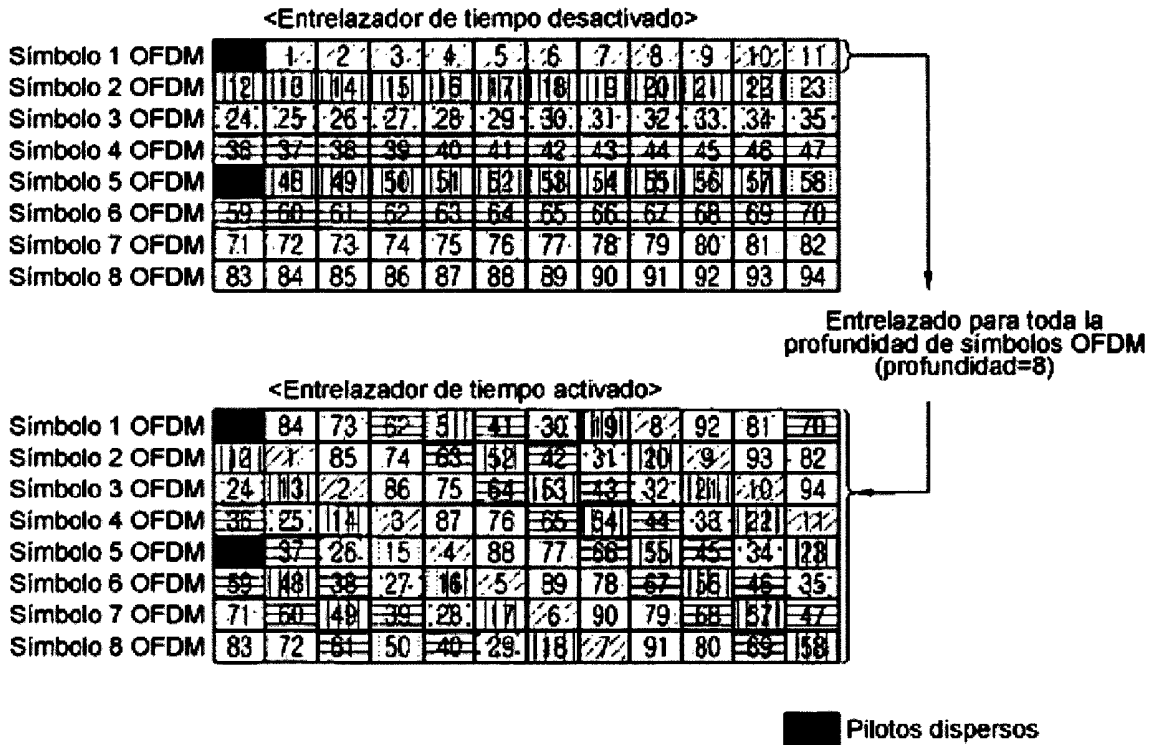


Fig. 103

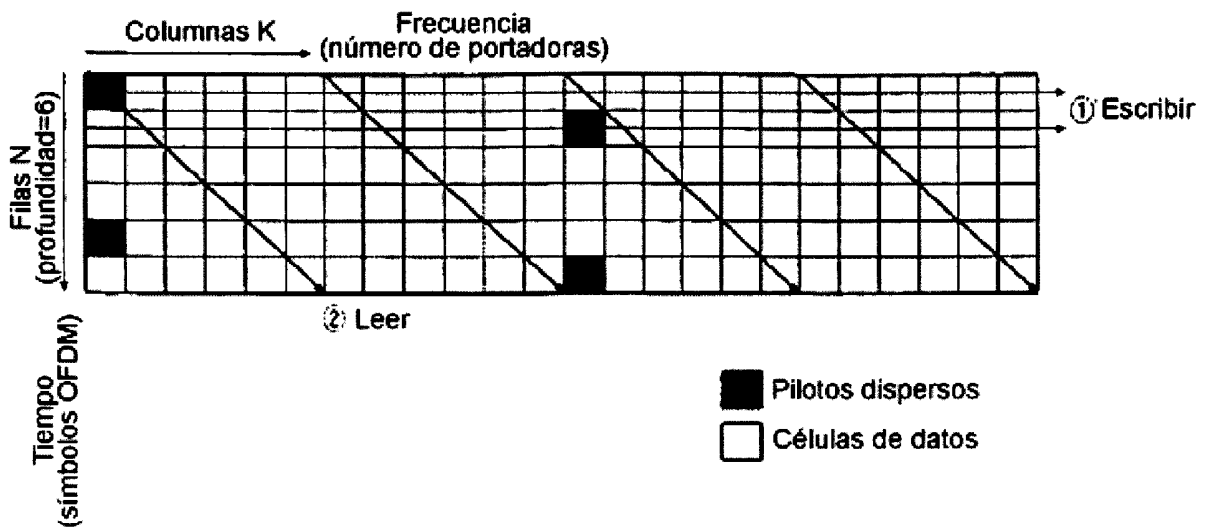


Fig. 104

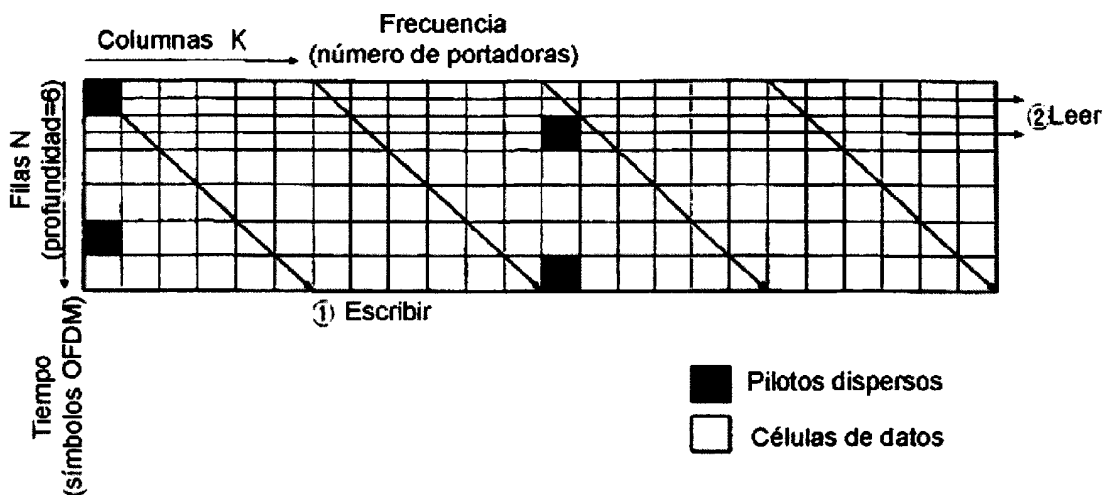


Fig. 105

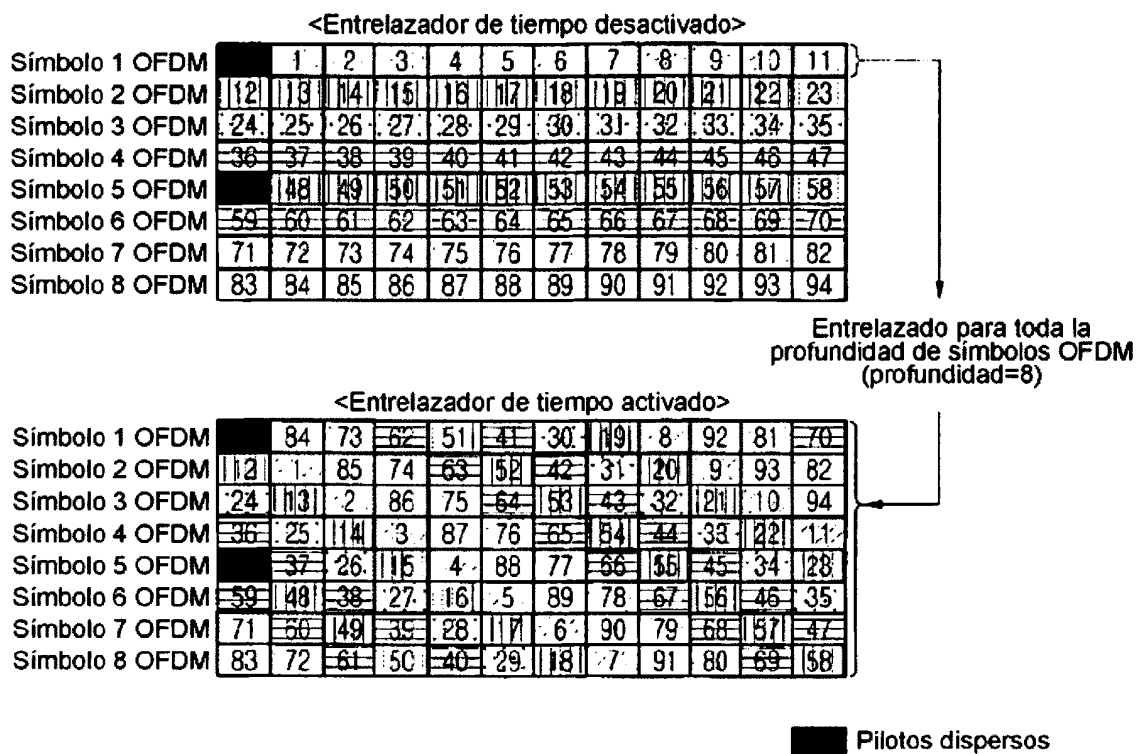
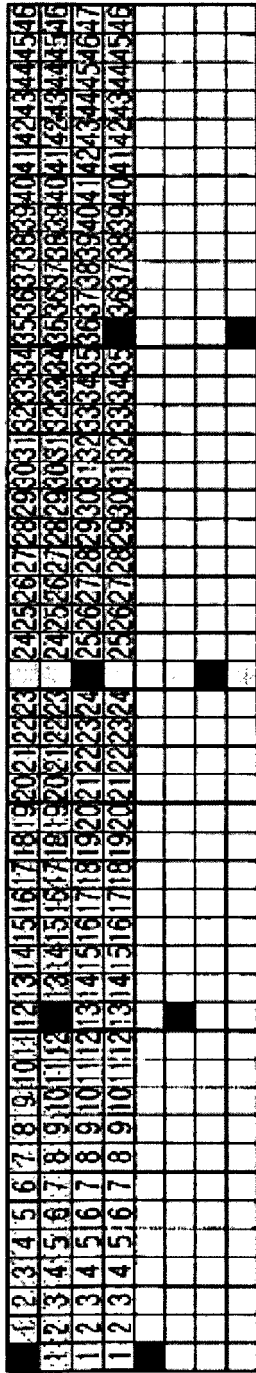
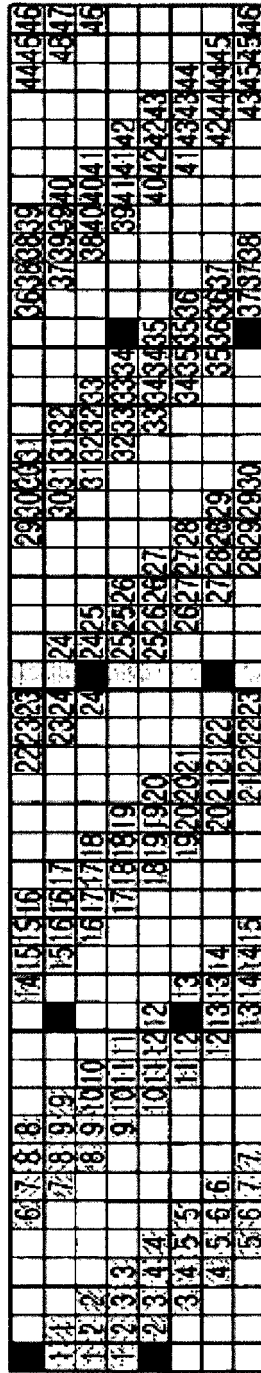


Fig. 106



Después de aplicar entrelazado de tiempo



Antes de aplicar entrelazado de tiempo

RA=0; CA=0;

while K<nCELL loop

 if addr = pilot position
 RA = [RA+1] mod NT;
 CA = [CA+1] mod ND;
 end if ;

WRITE:

RA = [RA+1] mod NT;
CA = [CA+1] mod ND;

 if CA = 0
 RA = RA+1;
 end if ;

end loop;

- Piloto disperso
- Piloto continuo

RA = Dirección de fila
CA = Dirección de columna
nCell = n° células dentro del bloque TI

Sobrecarga de memoria = 2%

Fig. 107

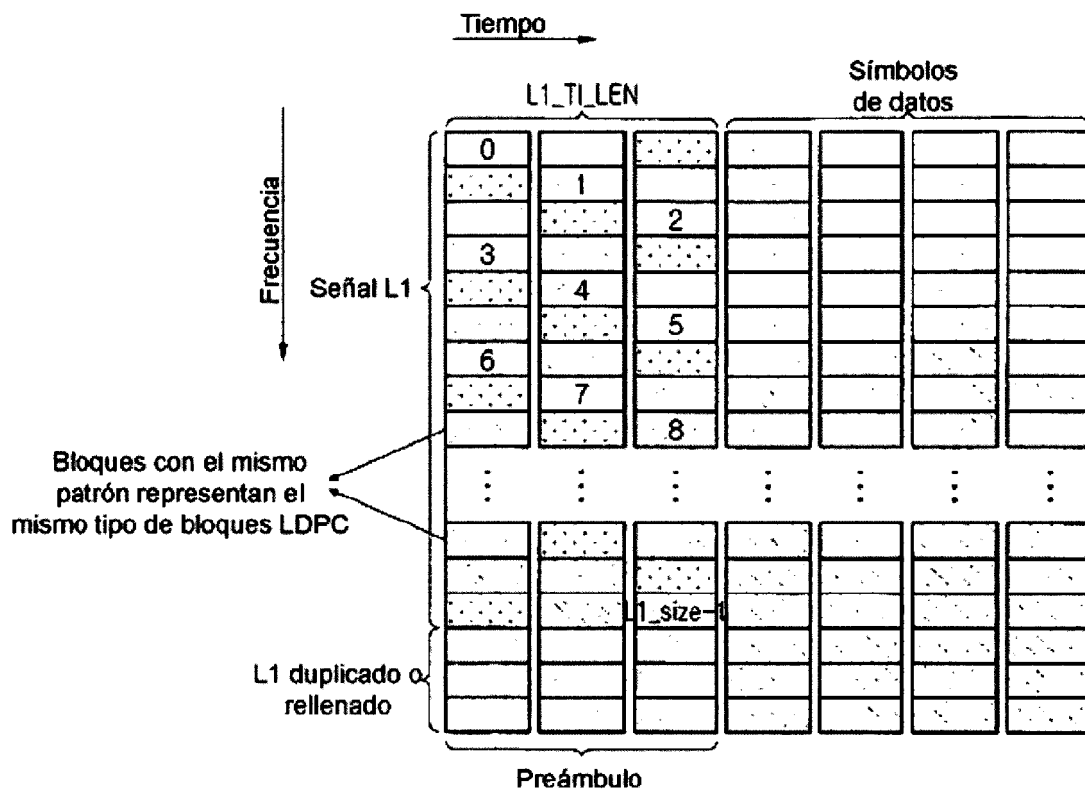


Fig. 108

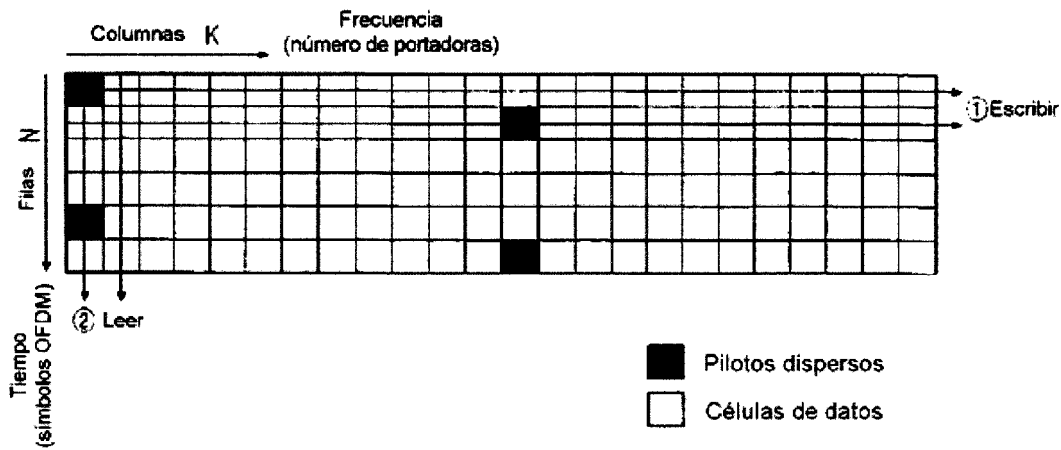


Fig. 109

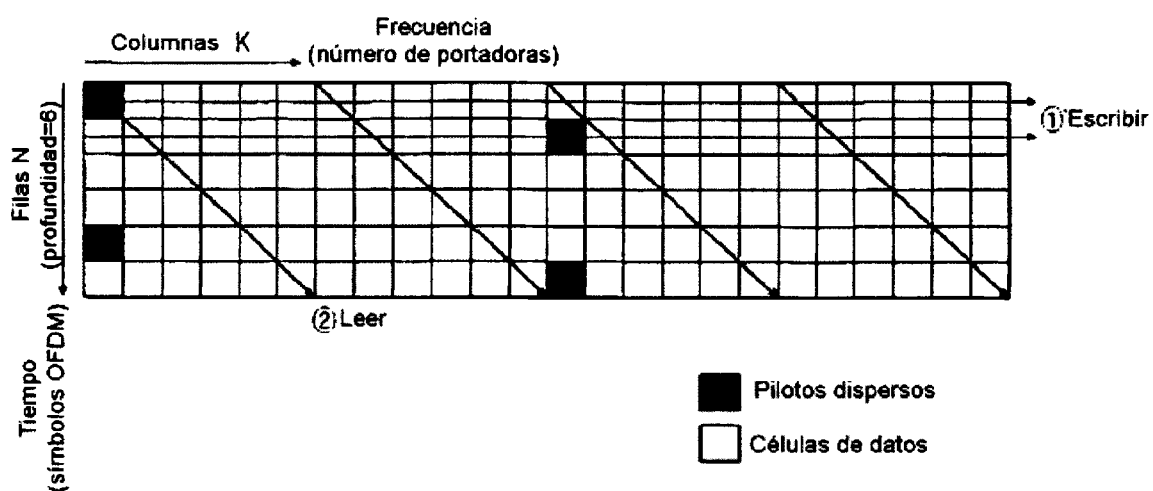


Fig. 110

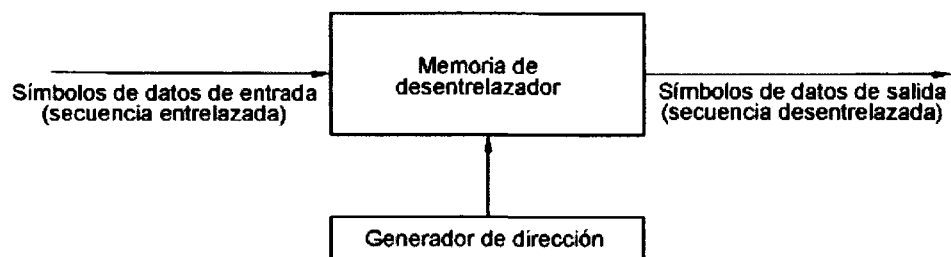


Fig. 112

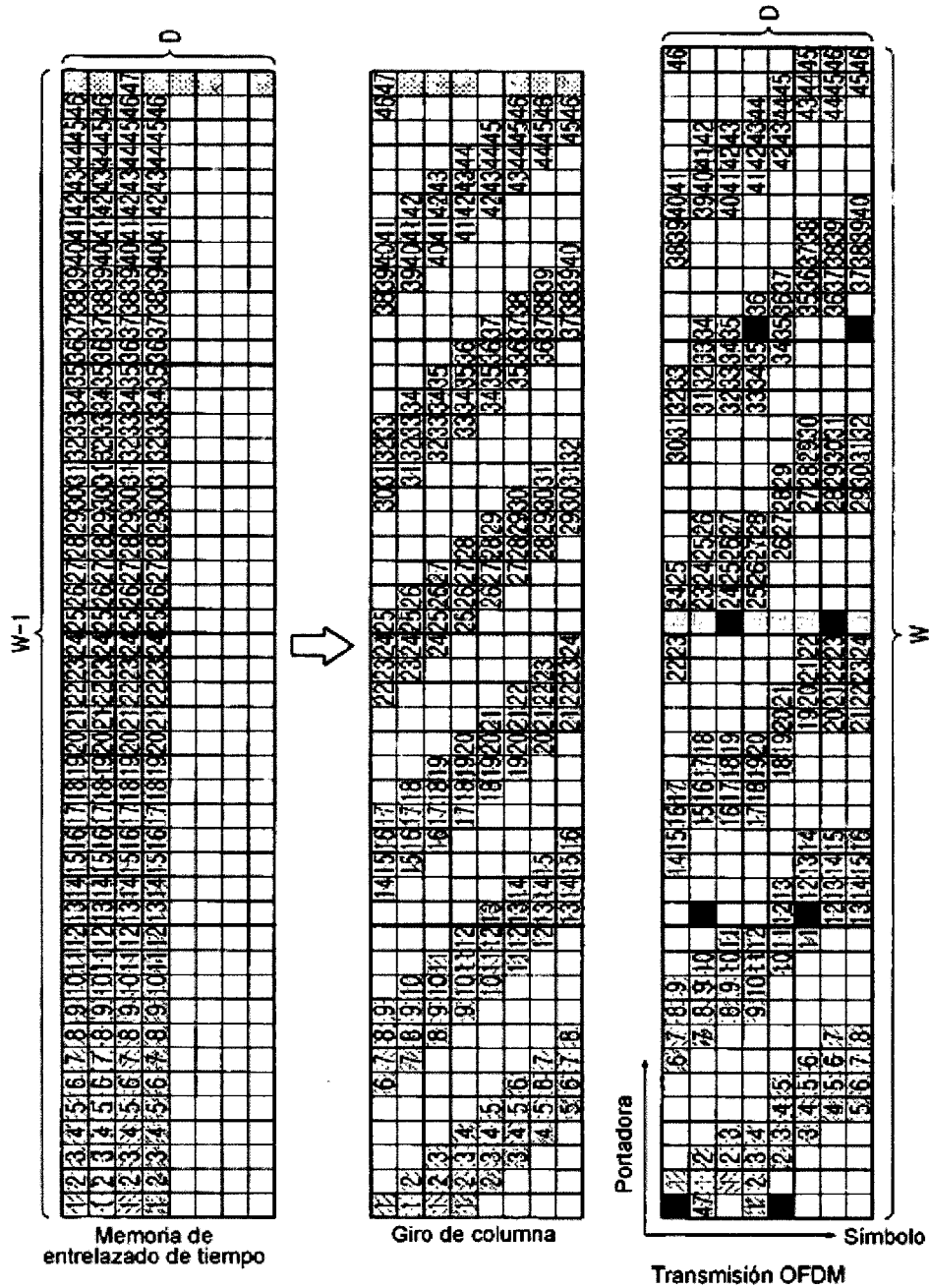


Fig. 113

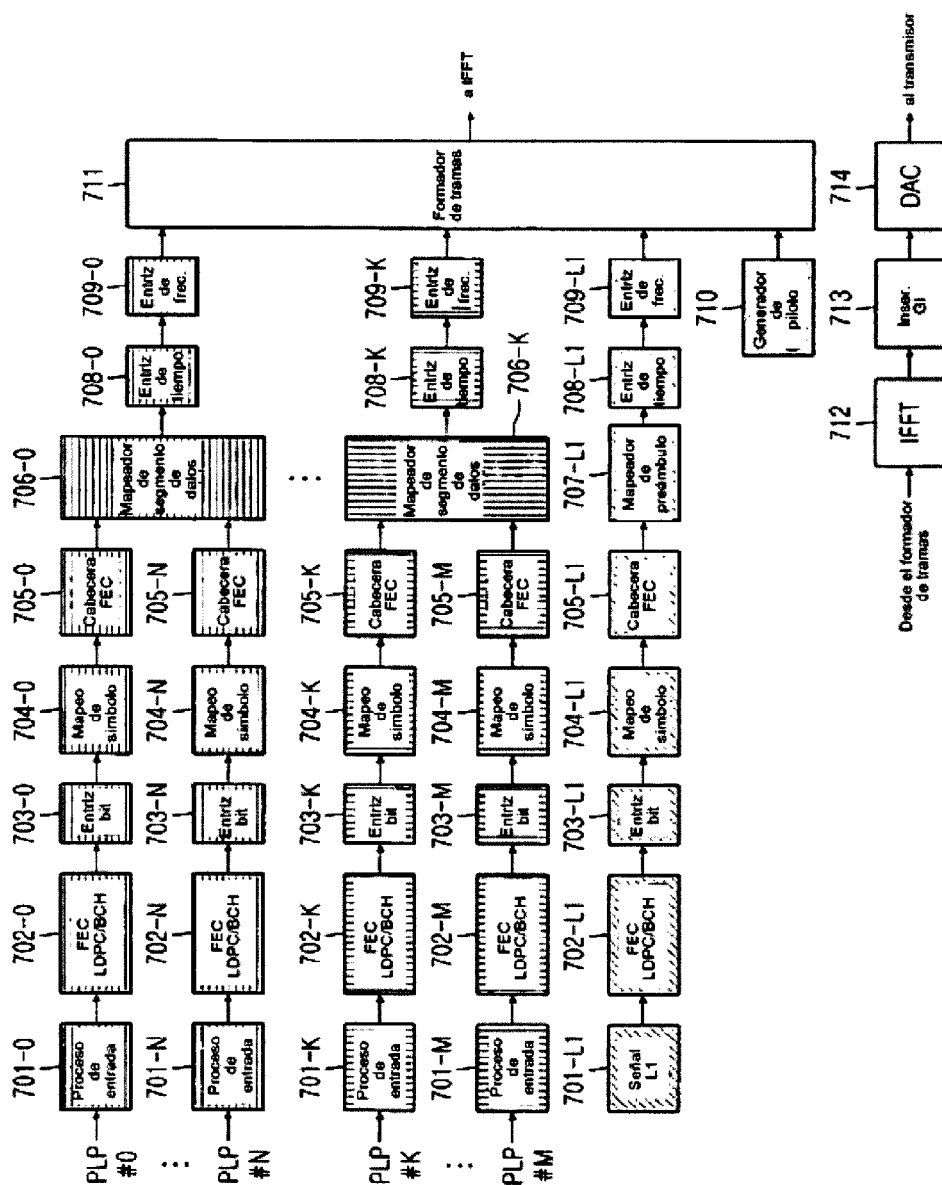


Fig. 114

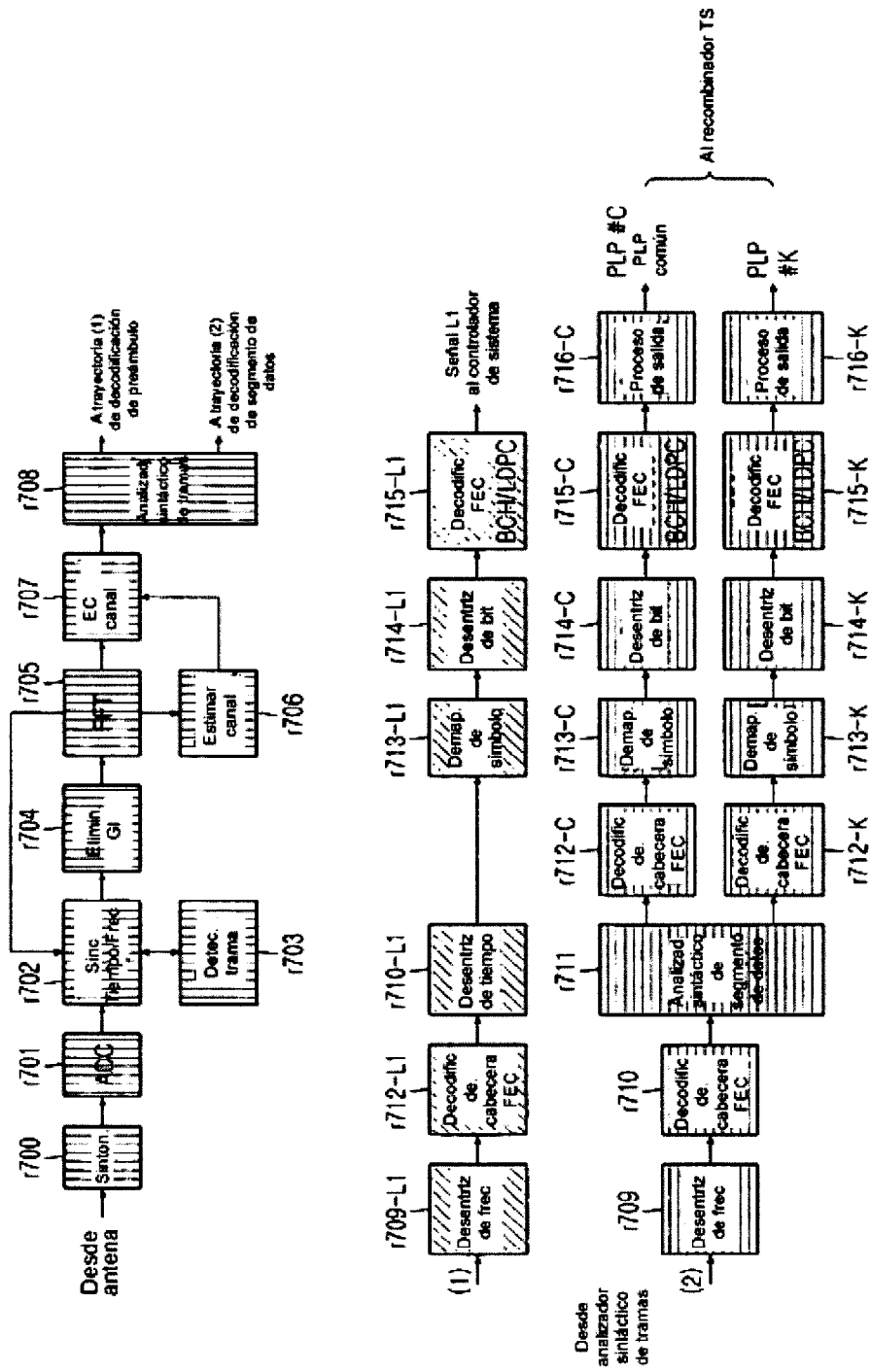


Fig. 115

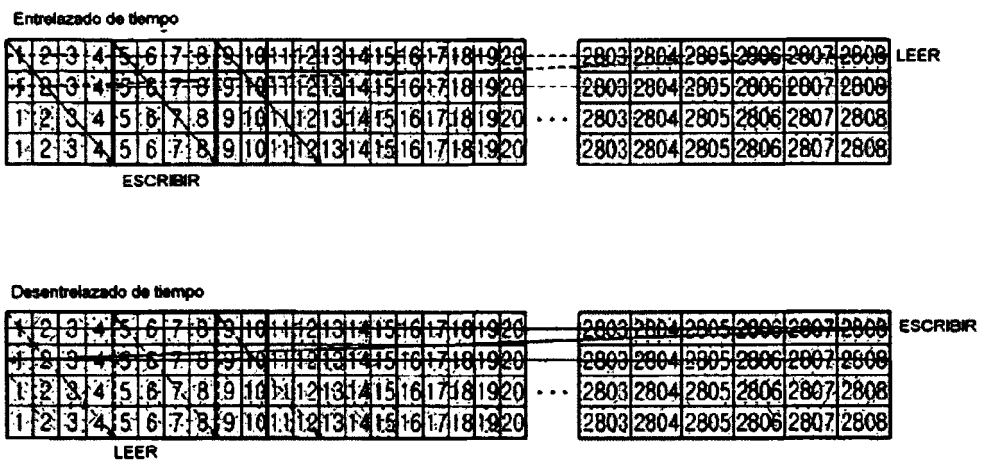


Fig. 116

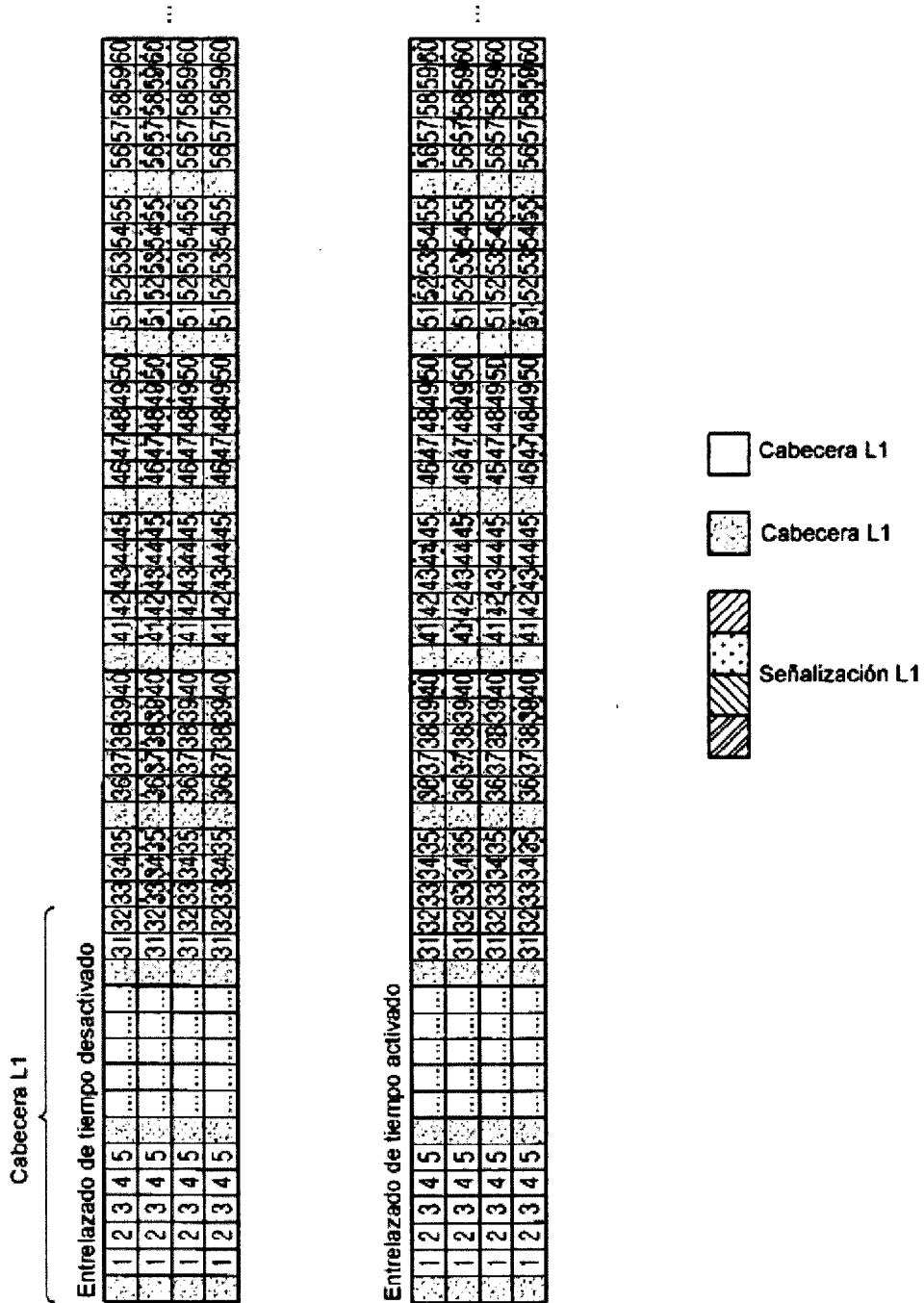


Fig. 118

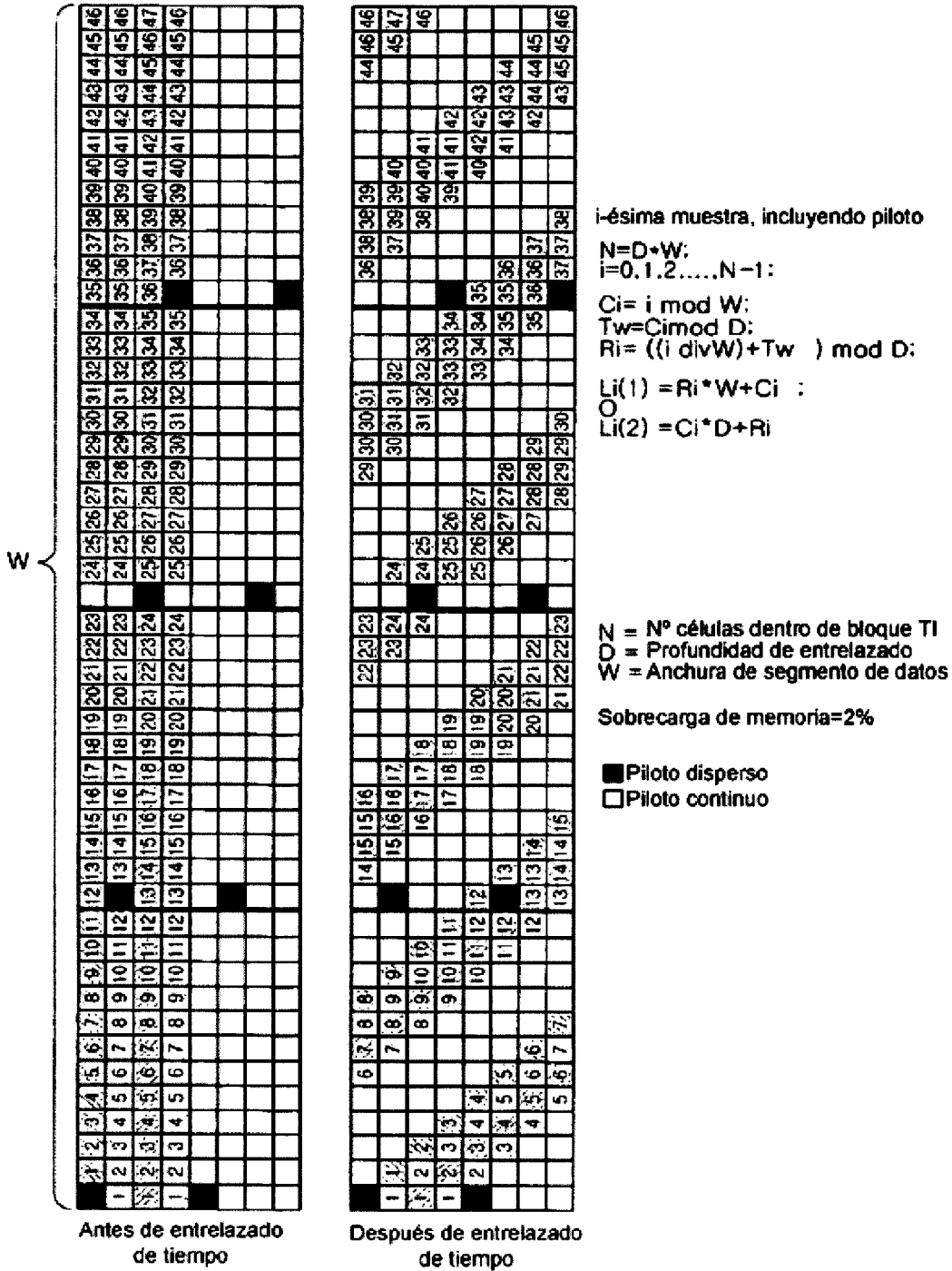


Fig. 119

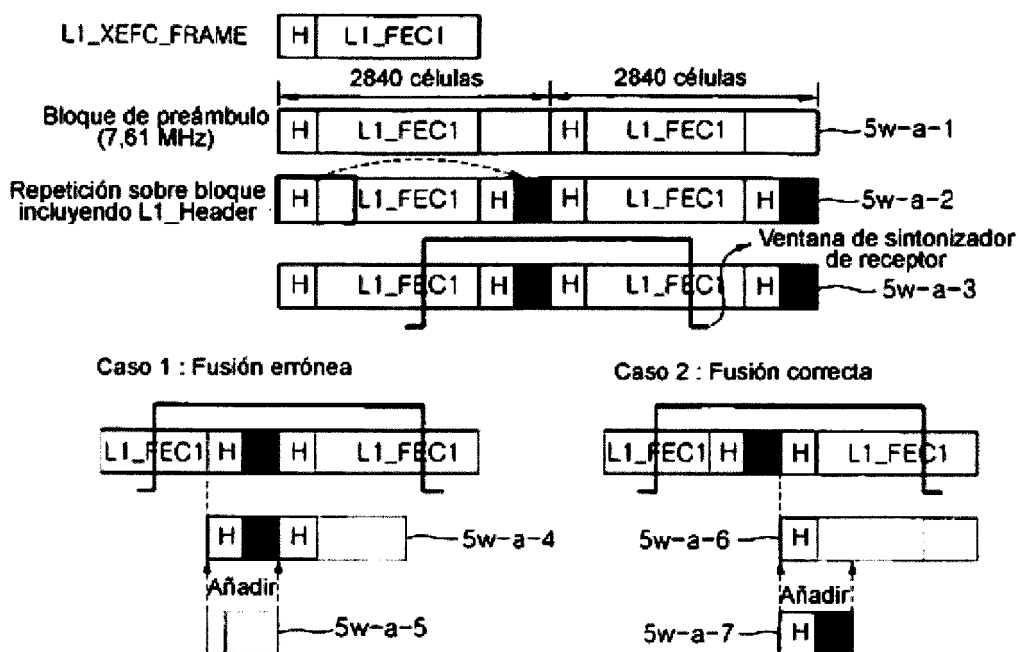


Fig. 120

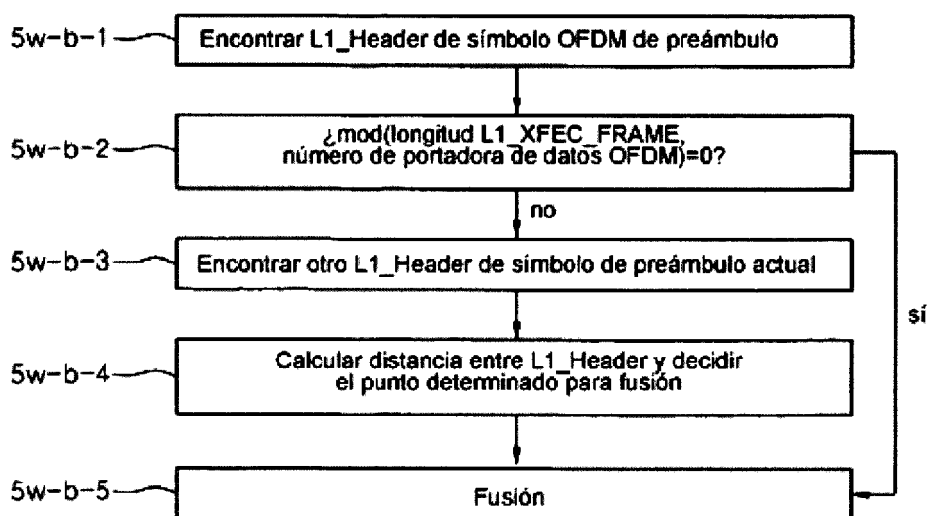


Fig. 121

