

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 097**

51 Int. Cl.:

**H04L 27/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2010 E 10151070 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.11.2014 EP 2209277**

54 Título: **Aparato para transmitir y recibir una señal y procedimiento para transmitir y recibir una señal**

30 Prioridad:

**19.01.2009 US 145742 P**

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

**16.02.2015**

73 Titular/es:

**LG ELECTRONICS INC. (100.0%)  
20, Yeouido-Dong Yeongdeungpo-Gu  
Seoul 150-721 , KR**

72 Inventor/es:

**KO, WOO SUK y  
MOON, SANG CHUL**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 529 097 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 transmitir y recibir una señal y procedimiento para transmitir y recibir una señal

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

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para transmitir y recibir una señal y a un aparato para transmitir y recibir una señal y, más particularmente, a un procedimiento para transmitir y recibir una señal y a un aparato para transmitir y recibir una señal, que son capaces de mejorar la eficiencia de transmisión de datos.

**Descripción de la técnica relacionada**

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

- 15 Digital Video Broadcasting (DVB)-C2 es la tercera especificación en unirse a la familia de DVB de sistemas de transmisión de segunda generación. Desarrollado en 1994, en la actualidad, DVB-C está desplegado en más de 50 millones de sintonizadores de cable en todo el mundo. En línea con los otros sistemas DVB de segunda generación, DVB-C2 usa una combinación de control de paridad de baja densidad (Low-Density Parity Check, LDPC) y códigos BCH. Este potente sistema de corrección de errores en recepción (Forward Error Correction, FEC) proporciona una mejora de aproximadamente 5 dB de 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 llaman tuberías de capa física (Physical Layer Pipes, PLP). Una o más de estas PLPs se multiplexan en un segmento de datos. Se aplica un entrelazado bidimensional (en los dominios del tiempo y de la frecuencia) a cada segmento permitiendo al receptor eliminar el impacto de los deterioros debidos a ráfagas y una interferencia selectiva de frecuencia tal, como el ingreso de frecuencia única.

- 25 Con el desarrollo de estas tecnologías de radiodifusión digital, aumentó el requerimiento de un servicio tal como una señal de video y una señal de audio y aumentó gradualmente el tamaño de los datos deseados por los usuarios o el número de canales de radiodifusión.

**Sumario de la invención**

- 30 El término "realización" usado en la descripción debe entenderse como un aspecto de la invención. Por consiguiente, la presente invención está dirigida a un procedimiento para transmitir y recibir una señal y a un aparato para transmitir y recibir una señal, que evitan sustancialmente uno o más problemas debidos a las limitaciones y las desventajas de la técnica relacionada.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para transmitir y recibir una señal y un aparato para transmitir y recibir una señal, que sean capaces de mejorar la eficiencia de transmisión de datos.

- 35 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para transmitir y recibir una señal y un aparato para transmitir y recibir una señal, que sean capaces de mejorar la capacidad de corrección de error de los bits que configuran un servicio.

- 40 Las ventajas, objetos y características adicionales de la invención se expondrán en parte en la descripción que sigue y en parte serán evidentes para las personas con conocimientos ordinarios en la materia tras examinar la descripción siguiente. Los objetivos y otras ventajas de la invención se pueden realizar y conseguirse mediante la estructura particularmente indicada en la descripción escrita y sus reivindicaciones, así como los dibujos adjuntos.

Para conseguir los objetos, un primer aspecto de la presente invención proporciona un procedimiento de transmisión según la reivindicación 1.

- 45 Otro aspecto de la presente invención proporciona un procedimiento de recepción de una señal de radiodifusión según la reivindicación 2.

Todavía otro aspecto de la presente invención proporciona un procedimiento de transmisión de al menos una trama de señal de radiodifusión según la reivindicación 3.

Todavía otro aspecto de la presente invención proporciona un aparato de recepción de una señal de radiodifusión según la reivindicación 4.

**Breve descripción de los dibujos**

- 5 Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención y se incorporan a y constituyen una parte de la presente solicitud, ilustran una realización o unas realizaciones de la invención y junto con la descripción sirven para explicar el principio de la invención. En los dibujos:
- La Fig. 1 es un ejemplo de modulación de amplitud en cuadratura 64 (QAM) usada en el DVB-T europeo.
- La Fig. 2 es un procedimiento de Código Gray binario reflejado (Binary Reflected Gray Code, BRGC).
- La Fig. 3 es una salida cercana a la Gaussiana modificando la 64-QAM usada en DVB-T.
- 10 La Fig. 4 es la distancia de Hamming entre un par reflejado en BRGC.
- La Fig. 5 representa las características en QAM donde existe un par reflejado para cada eje I y eje Q.
- La Fig. 6 es un procedimiento de modificación de QAM usando un par reflejado de BRGC.
- La Fig. 7 es un ejemplo de QAM 64/256/1024/4096 modificada.
- Las Figs. 8 - 9 son un ejemplo de 64-QAM modificado usando un par reflejado de BRGC.
- 15 Las Figs. 10 - 11 son un ejemplo de QAM 256 modificada usando un par reflejado de BRGC.
- Las Figs. 12 - 13 son un ejemplo de QAM 1024 modificada usando un par reflejado de BRGC (0 ~ 511).
- Las Figs. 14 - 15 son un ejemplo de QAM 1024 modificada usando un par reflejado de BRGC (512 ~ 1023).
- Las Figs. 16 - 17 son un ejemplo de QAM 4096 modificada usando un par reflejado de BRGC (0 ~ 511).
- Las Figs. 18 - 19 son un ejemplo de QAM 4096 modificada usando un par reflejado de BRGC (512 ~ 1.023).
- 20 Las Figs. 20 - 21 son un ejemplo de QAM 4096 modificada usando un par reflejado de BRGC (1.024 ~ 1.535).
- Las Figs. 22 - 23 son un ejemplo de QAM 4096 modificada usando un par reflejado de BRGC (1.536 ~ 2.047).
- Las Figs. 24 - 25 son un ejemplo de QAM 4096 modificada usando un par reflejado de BRGC (2.048 ~ 2.559).
- Las Figs. 26 - 27 son un ejemplo de QAM 4096 modificada usando un par reflejado de BRGC (2.560 ~ 3.071).
- Las Figs. 28 - 29 son un ejemplo de QAM 4096 modificada usando un par reflejado de BRGC (3.072 ~ 3.583).
- 25 Las Figs. 30 - 31 son un ejemplo de QAM 4096 modificada usando un par reflejado de BRGC (3.584 ~ 4.095).
- La Fig. 32 es un ejemplo de mapeo de bits de QAM modificada donde se modifica QAM 256 usando BRGC.
- La Fig. 33 es un ejemplo de transformación de MQAM en una constelación no uniforme.
- La Fig. 34 es un ejemplo de sistema de transmisión digital.
- La Fig. 35 es un ejemplo de un procesador de entrada.
- 30 La Fig. 36 es una información que puede ser incluida en una banda base (BB).
- La Fig. 37 es un ejemplo de BICM.
- La Fig. 38 es un ejemplo de codificador acortado/perforado.
- La Fig. 39 es un ejemplo de aplicación de diversas constelaciones.
- La Fig. 40 es otro ejemplo de casos en los que se considera la compatibilidad entre sistemas convencionales.
- 35 La Fig. 41 es una estructura de trama que comprende un preámbulo para la señalización L1 y un símbolo de datos para los datos PLP.
- La Fig. 42 es un ejemplo de formador de tramas.

- La Fig. 43 es un ejemplo de inserción de piloto (404) mostrada en la Fig. 4.
- La Fig. 44 es una estructura de SP.
- La Fig. 45 es una nueva estructura de SP o patrón de piloto (PP) 5'.
- La Fig. 46 es una estructura de PP5' sugerida.
- 5 La Fig. 47 es una relación entre símbolo de datos y preámbulo.
- La Fig. 48 es otra relación entre símbolo de datos y preámbulo.
- La Fig. 49 es un ejemplo de perfil de retardo de canal por cable.
- La Fig. 50 es una estructura de piloto disperso que usa  $z=56$  y  $z=112$ .
- La Fig. 51 es un ejemplo de modulador basado en OFDM.
- 10 La Fig. 52 es un ejemplo de estructura de preámbulo.
- La Fig. 53 es un ejemplo de decodificación de preámbulo.
- La Fig. 54 es un procedimiento para diseñar un preámbulo más optimizado.
- La Fig. 55 es otro ejemplo de estructura de preámbulo
- La Fig. 56 es otro ejemplo de decodificación de preámbulo.
- 15 La Fig. 57 es un ejemplo de estructura de preámbulo.
- La Fig. 58 es un ejemplo de decodificación L1.
- La Fig. 59 es un ejemplo de procesador analógico.
- La Fig. 60 es un ejemplo de sistema receptor digital.
- La Fig. 61 es un ejemplo de procesador analógico usado en el receptor.
- 20 La Fig. 62 es un ejemplo de demodulador.
- La Fig. 63 es un ejemplo de analizador sintáctico de trama.
- La Fig. 64 es un ejemplo de demodulador BICM.
- La Fig. 65 es un ejemplo de decodificación LDPC usando acortamiento/perforación.
- La Fig. 66 es un ejemplo de procesador de salida.
- 25 La Fig. 67 es un ejemplo de tasa de repetición de bloque L1 de 8 MHz.
- La Fig. 68 es un ejemplo de tasa de repetición de bloque L1 de 8 MHz.
- La Fig. 69 es una nueva tasa de repetición de bloque L1 de 7,61 MHz.
- La Fig. 70 es un ejemplo de señalización L1 que es transmitida en una cabecera de trama.
- La Fig. 71 es el resultado de simulación de preámbulo y estructura L1.
- 30 La Fig. 72 es un ejemplo de entrelazador de símbolo.
- La Fig. 73 es un ejemplo de una transmisión de bloque L1.
- La Fig. 74 es otro ejemplo de señalización L1 transmitida dentro de una cabecera de trama.
- La Fig. 75 es un ejemplo de entrelazado/desentrelazado en frecuencia o tiempo.
- 35 La Fig. 76 es una tabla que analiza la sobrecarga de señalización L1 que es transmitida en la cabecera FECFRAME en la inserción (307) de cabecera ModCod en la trayectoria de datos del módulo BICM mostrado en la Fig. 3.

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

La Fig. 78 muestra un rendimiento de tasa de error de bits (Bit Error Rate, BER) de la protección L1 indicada anteriormente.

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

5 La Fig. 80 muestra un ejemplo de señalización L1.

La Fig. 81 muestra un ejemplo de preseñalización L1.

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

La Fig. 83 muestra un entrelazado en el tiempo L1.

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

10 La Fig. 85 muestra otro ejemplo de preseñalización L1.

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

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

La Fig. 88 muestra un ejemplo de señalización L1.

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

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

La Fig. 91 muestra un ejemplo de presincronización L1.

La Fig. 92 muestra un ejemplo de preseñalización L1.

La Fig. 93 muestra un ejemplo de señalización L1.

La Fig. 94 muestra un ejemplo de trayectoria L1 de señalización.

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

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

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

La Fig. 98 muestra un ejemplo de señalización L1.

La Fig. 99 es un ejemplo de entrelazador de símbolo.

25 La Fig. 100 muestra un rendimiento de entrelazado del entrelazador en tiempo de la Fig. 99.

La Fig. 101 es un ejemplo del entrelazador de símbolo.

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

La Fig. 103 es un ejemplo de desentrelazador de símbolo.

La Fig. 104 es otro ejemplo del entrelazado en el tiempo.

30 La Fig. 105 es un resultado de entrelazado usando el procedimiento mostrado en la Fig. 104.

La Fig. 106 es un ejemplo del procedimiento de direccionamiento de la Fig. 105.

La Fig. 107 es otro ejemplo de entrelazado en el tiempo L1.

La Fig. 108 es un ejemplo de desentrelazador de símbolo.

La Fig. 109 es otro ejemplo de desentrelazador.

35 La Fig. 110 es un ejemplo de desentrelazador de símbolo.

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

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

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

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

La Fig. 115 es un ejemplo de entrelazador en tiempo y un ejemplo de desentrelazador en tiempo.

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

La Fig. 117 es un ejemplo de un entrelazador en tiempo (Time Interleaver, TI).

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

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

La Fig. 120 es un ejemplo de un procedimiento en un receptor para obtener L1\_XFEC\_FRAME a partir del preámbulo.

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

La Fig. 122 es un ejemplo de un entrelazador en tiempo (TI).

La Fig. 123 es un ejemplo de un transmisor OFDM que usa segmentos de datos.

La Fig. 124 es un ejemplo de un receptor OFDM que usa segmentos de datos.

La Fig. 125 es un ejemplo de un entrelazador en tiempo (TI).

20 La Fig. 126 es un ejemplo de un desentrelazador en tiempo (TDI).

La Fig. 127 es un ejemplo de un entrelazador en tiempo (TI).

La Fig. 128 es un ejemplo de entrelazado en el tiempo de preámbulo y de flujo de desentrelazado.

### Descripción detallada de la invención

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

En la descripción siguiente, el término "servicio" es indicativo de cualquiera de los contenidos de difusión que pueden ser transmitidos/recibidos por el aparato de transmisión/recepción de señal.

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

35 El BRGC puede implementarse usando el procedimiento mostrado en la Fig. 2. Un BRGC de  $n$  bits puede implementarse 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 implementado con este procedimiento tiene una distancia de Hamming entre códigos contiguos de uno (1). Además, cuando el BRGC es aplicado a QAM, la distancia de Hamming entre un punto y los cuatro puntos más contiguos al punto, es uno (1) y la distancia de Hamming entre el punto y otros cuatro puntos, los segundos más contiguos al punto, es dos (2). Dichas características de las distancias de Hamming entre un punto de constelación específico y otros puntos contiguos pueden doblarse según la regla de mapeo de Gray en QAM.

40 Para hacer que un sistema sea robusto contra el ruido gaussiano blanco aditivo (Additive White Gaussian Noise, AWGN), puede hacerse que la distribución de señales transmitidas desde un transmisor sea cercana a una distribución gaussiana. Para poder hacer eso, pueden modificarse las ubicaciones de los puntos en la constelación. La Fig. 3 muestra una salida próxima a la gaussiana modificando la QAM 64 usada en DVB-T. Dicha

constelación puede doblarse como QAM no uniforme (NUQAM).

Para implementar una constelación QAM no uniforme, puede usarse una función de distribución acumulativa gaussiana (Cumulative Distribution Function, CDF). En el caso de QAM 64, 256 o 1024, es decir,  $2^N$  AMS, 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 que tiene una distribución gaussiana. En otras palabras, la coordenada  $x_j$  de la N-PAM no uniforme recién definida puede definirse de la manera siguiente:

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

La Fig. 3 es un ejemplo de transformación QAM 64 de DVB-T en NU-QAM 64 usando los procedimientos anteriores. La Fig. 3 representa el resultado de modificar las coordenadas de cada eje I y eje Q usando los procedimientos anteriores y mapeando los puntos de constelación previos con relación a coordenadas recién definidas. En el caso de QAM 32, 128 o 512, es decir, QAM en cruz, que no es QAM  $2^N$ , modificando  $p_j$  apropiadamente puede encontrarse una nueva coordenada.

Una realización de la presente invención puede modificar QAM usando BRGC al usar características de BRGC. Tal como se muestra en la Fig. 4, la distancia de Hamming entre un par reflejado en BRGC es uno porque difiere sólo en un bit que se añade al principio de cada código. La Fig. 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 en 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. En otras palabras, en una constelación en la que una potencia media se normaliza como 1, puede aumentarse la distancia euclidiana mínima en la constelación. Cuando esta QAM modificada se aplica a sistemas de comunicación o difusión, es posible implementar un sistema más robusto contra el ruido usando la misma energía que en un sistema convencional o un sistema con el mismo rendimiento que un sistema convencional pero que usa menos energía.

La Fig. 6 muestra un procedimiento para modificar QAM usando un par reflejado de BRGC. La Fig. 6a muestra una constelación y la Fig. 6b muestra un diagrama de flujo para modificar QAM usando un par reflejado de BRGC. En primer lugar, necesita encontrarse un punto objetivo con la mayor potencia entre los puntos de constelación. Los puntos candidatos son puntos a los que ese punto objetivo puede moverse y son los puntos más próximos del par reflejado del punto objetivo. A continuación, debe encontrarse un punto vacío (es decir, un punto que todavía no ha sido tomado por otros puntos) que tiene 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 al punto candidato. Estos procedimientos se repiten hasta que una potencia media de los puntos en la constelación alcanza un mínimo mientras mantiene la regla de mapeo de Gray.

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

La Fig. 32 muestra un ejemplo de mapeo de bit de QAM modificada en el que la QAM 256 se modifica usando BRGC. La Fig. 32a y la Fig. 32b muestran el mapeo de los bits más significativos (Most Significant Bits, 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 tal como se muestra en las Figs. (a) a (h) en la Fig. 32, hasta que se mapean los bits menos significativos (Least Significant Bits, LSB). Tal como se muestra en la Fig. 32, la QAM modificada puede permitir la decisión de bit usando sólo los ejes I o Q como la QAM convencional, excepto por un bit que se encuentra junto al MSB (Fig. 32c y Fig. 32d). Al usar estas características, puede realizarse un receptor simple modificando parcialmente un receptor para QAM. Puede implementarse un receptor eficaz 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 procedimiento puede ser aplicado a LLR aproximada, LLR exacta o decisión firme.

Al usar la QAM modificada o MQAM, que usa las características del BRGC anterior, puede realizarse una 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 PAMs que tienen eje I y eje Q. Sin embargo, a diferencia de QAM, en la que una serie de 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  $j$ -ésimo de PAM se define como  $n_j$  en una MQAM en la que existe un total de  $M$  puntos de constelación, entonces  $P_j$  puede definirse como sigue:

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

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

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

La Fig. 33 es un ejemplo de transformación de MQAM en una constelación no uniforme. La NU-MQAM realizada usando estos procedimientos puede mantener las características de los receptores MQAM con coordenadas modificadas de cada PAM. De esta manera, 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. En otras palabras, puede implementarse un sistema más robusto contra el ruido 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 tal caso, un transmisor puede permitir que un receptor tenga información de la tasa de código de un código de corrección de errores usado actualmente y un tipo de modulación usado actualmente, de manera que el receptor pueda demodular según la modulación usada actualmente.

La Fig. 34 muestra un ejemplo de sistema de transmisión digital. Las entradas pueden comprender una serie de 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 puede realizar una planificación para un módulo 102 BICM. El módulo 102 BICM puede añadir redundancia y datos de entrelazado para la corrección de errores del 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 los símbolos de entrada en procedimientos eficaces. Un procesador 105 analógico puede realizar diversos procedimientos para convertir las señales digitales de entrada en señales analógicas de salida.

La Fig. 35 muestra un ejemplo de un procesador de entrada. El flujo MPEG-TS o GSE de entrada puede ser transformado por el preprocesador de entrada en un total de  $n$  flujos que se procesarán independientemente. Cada uno de esos flujos puede ser una trama TS completa, que incluye múltiples componentes de servicio, o 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.

El módulo 202-1 de interfaz 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 (Baseband, 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 unas tasas de bit y un retardo constantes de extremo a extremo.

Con el fin de permitir la recombinación del flujo de transporte sin requerir memoria adicional en el receptor, los flujos de transporte de entrada se retardan mediante compensadores 204-1~  $n$  de retardo teniendo en cuenta los 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 los 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 (Cyclic Redundancy Check, 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 una cabecera de trama BB en una parte de inicio de la trama BB. La información que puede incluirse en la cabecera BB se muestra en la Fig. 36.

5 Un módulo 208 de combinador/segmentador puede realizar una segmentación de trama BB a partir de cada PLP, combinando las tramas BB de múltiples PLP, y planificando cada trama BB dentro de una trama de transmisión. Por lo tanto, el módulo 208 de combinador/segmentador puede emitir información de señalización L1 que se refiere a una asignación de PLP en la trama. Finalmente, un módulo 209 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 Fig. 35 son módulos usados cuando el sistema de transmisión usa una única PLP, los demás módulos en la Fig. 35 son módulos usados cuando el dispositivo de transmisión usa múltiples PLPs.

10 La Fig. 37 muestra una realización de módulo BICM. La Fig. 37a muestra una trayectoria de datos y la Fig. 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 la corrección de errores. Un módulo 302 entrelazador externo y un módulo 304 entrelazador interno pueden entrelazar bits para evitar errores en ráfaga. El módulo 302 entrelazador externo puede ser omitido si el BICM es específicamente para DVB-C2. Un módulo 305 demultiplexador de bit puede controlar la fiabilidad de cada salida de bit del módulo 304 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 entre una QAM convencional, una MQAM que usa el BRGC indicado anteriormente para una mejora de rendimiento, una NU-QAM que usa modulación no uniforme, o una NU-MQAM que usa 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 Fig. 39 muestra un ejemplo de tales combinaciones.

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

30 El módulo 307 de inserción de cabecera ModCod mostrado en la Fig. 37 puede tomar información de realimentación de codificación y modulación adaptativa (ACM)/codificación y modulación variable (VCM) y puede añadir información de los parámetros usados en la codificación y modulación a un bloque FEC como cabecera. La cabecera con el tipo de modulación/tasa de código (ModCod) puede incluir la información siguiente:

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

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

45 La Fig. 38 muestra un ejemplo de codificación LDPC usando acortamiento/perforación. El procedimiento de acortamiento puede ser realizado sobre bloques de entrada que tienen menos bits que un número de bits requerido para la codificación LDPC, ya que muchos bits cero requeridos para la codificación LDPC pueden ser rellenados (301c). Los flujos de bits de entrada rellenados con ceros pueden tener bits de paridad a través de la codificación LDPC (302c). En este momento, para los flujos de bits que corresponden a los flujos de bits originales, pueden eliminarse los ceros (303c) y para los flujos de bits de paridad, puede realizarse una perforación (304c) según las tasas de código. Estos flujos de bits de información y flujos de bits de paridad procesados pueden ser multiplexados en secuencias originales y pueden ser emitidos (305c).

50 La Fig. 41 muestra una estructura de trama que comprende un preámbulo para la señalización L1 y un símbolo de datos para los datos PLP. Puede observarse 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 es transmitido usando

una modulación/codificación fija y el tipo 1 de PLP que es transmitido usando una modulación/codificación variable. Para el tipo 0 de PLP, información tal como modulación, tipo de FEC y tasa de código FEC es transmitida en el preámbulo (véase la Fig. 42, inserción 401 de cabecera de trama). Para el tipo 1 de PLP, la información correspondiente puede ser transmitida en la cabecera de bloque FEC de un símbolo de datos (véase la Fig. 37 inserción 307 de cabecera ModCod). Mediante la separación de tipos de PLP, la sobrecarga ModCod puede ser reducida en un 3~4% desde una tasa de transmisión total, para el tipo 0 de PLP que es transmitido 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 Fig. 63 puede extraer información acerca de la modulación y la tasa de código FEC y puede proporcionar la información extraída a un módulo de decodificación BICM. Para PLP de codificación/modulación variable de tipo 1 de PLP, los módulos de extracción ModCod r307 y r307-1 mostrados en la Fig. 64 pueden extraer y proporcionar los parámetros necesarios para decodificación BICM.

Mientras, en un sistema de transmisión de datos que emplea un esquema de agrupación de canales o de unión de canal tal como un sistema DVB-C2 (Digital Video Broadcasting for Cable Systems, segunda generación), es necesario transmitir las tramas de datos por paquetes. Esto es debido a que el sintonizador en el receptor no sabe dónde está situada la ventana de sintonizador en las tramas recibidas, cuando hay una serie de canales agrupados. Los paquetes de símbolos de datos pueden consistir en celdas OFDM que comprenden múltiples PLP de datos. En el sistema DVB-C2, la trama de datos de paquete se denomina un segmento de datos. Específicamente, el segmento de datos, en el sistema DVB-C2, es un grupo de celdas OFDM que transportan uno o múltiples PLPs en una sub-banda de frecuencia determinada. Este conjunto consiste en celdas OFDM dentro de un rango fijo de direcciones de celda consecutivas dentro de cada símbolo de datos y se extiende durante la trama C2 completa, excepto los símbolos de preámbulo.

Los paquetes de datos como segmento de datos no serían necesarios en un sistema de transmisión de datos que no emplea un esquema de agrupación de canales, tal como un sistema DVB-T2 (Digital Video Broadcasting para un sistema de radiodifusión de televisión terrestre, segunda generación).

El segmento de datos puede ser formado o construido por un formador de tramas 103 de la Fig. 34.

También, preferiblemente, el ancho de banda de los segmentos de datos puede ser menor que el ancho de banda de L1. Con referencia a la Fig. 53, cuando los bloques L1 se repiten, si el ancho de banda del segmento de datos es mayor que el de los bloques L1, no es posible encontrar la ubicación de la ventana de sintonizador en las partes de símbolos de datos en la trama recibida.

La Fig. 42 muestra un ejemplo de un formador de tramas. Un módulo 401 de inserción de cabecera de trama puede formar una trama a partir de flujos de símbolos de entrada y puede añadir una cabecera delante de cada trama transmitida. La cabecera de trama puede incluir la siguiente información:

- Número de canales enlazados (4 bits)
- Intervalo de seguridad (2 bits)
- PAPR (2 bits)
- Patrón de piloto (2 bits)
- Identificación de sistema digital (16 bits)
- Identificación de trama (16 bits)
- Longitud de trama (16 bits) - número de símbolos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) por trama
- Longitud de supertrama (16 bits) - número de tramas por supertrama
- número de PLP (8 bits)
- for each PLP
  - identificación de PLP (8 bits)
- id de unión de canal (4 bits)
- Inicio de PLP (9 bits)

```

Tipo de PLP (2 bits) - PLP común u otras
Tipo de carga útil de PLP (5 bits)
Tipo de MC (1 bit) - modulación y codificación fija/ variable
if tipo MC == modulación y codificación fija
5     tipo FEC (1 bit) - LDPC largo o corto
      tasa de código (3 bits)
      Modulación (3 bits) - hasta QAM 64K
end if;
Número de canales de ranura (2 bits)
10    for each ranura
      Inicio de ranura (9 bits)
      Anchura de ranura (9 bits)
end for;
Anchura de PLP (9 bits) - número máximo de bloques FEC de PLP
15    Tipo de entrelazado en el tiempo PLP (2 bits)
end for;
• CRC-32 (32 bits)

```

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 lo tanto, se requiere información tal como el identificador PLP, el identificador de unión de canal y la dirección de inicio PLP para cada canal usado en la unión. Una realización de la presente invención sugiere transmitir el campo ModCod en la cabecera de trama FEC si el tipo de PLP soporta modulación/codificación variable y transmitir el campo ModCod en la cabecera de trama si el tipo de PLP 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, es posible que la decodificación de las portadoras correspondientes en el receptor sea innecesaria.

La Fig. 43 muestra un ejemplo de patrón de piloto 5 (PP5) aplicado en un entorno de unión de canal. Tal como se muestra, si las posiciones SP son coincidentes con las posiciones piloto de preámbulo, puede producirse una estructura de piloto irregular.

La Fig. 43a muestra un ejemplo de módulo 404 de inserción de piloto, tal como se muestra en la Fig. 42. Tal como se representa en la Fig. 43, si se usa una banda de frecuencia única (por ejemplo, 8 MHz), el ancho de banda disponible es de 7,61 MHz, pero si se unen múltiples bandas de frecuencia, pueden eliminarse las bandas de seguridad, de esta manera, la eficacia de frecuencia puede aumentar enormemente. La Fig. 43b es un ejemplo de módulo 504 de inserción de preámbulo, tal como se muestra en la Fig. 51, que es transmitido 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 del bloque L1. Ésta es una estructura que considera el ancho de banda de un sintonizador que realiza una exploración de canal inicial.

Existen patrones de piloto tanto para los símbolos de preámbulo como para los símbolos de datos. Para el símbolo de datos, pueden usarse patrones (SP) piloto dispersos. El patrón 5 piloto (PP5) y el patrón 7 piloto (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  $GI=1/128$ . También es posible una interpolación en el tiempo adicional para una mejor estimación de canal. Los patrones de piloto para el preámbulo pueden cubrir todas las posiciones piloto posibles para la adquisición inicial de canal. Además, las posiciones de piloto de preámbulo deberían ser coincidentes con las posiciones SP y se desea un único patrón de piloto tanto para el preámbulo como para SP. Los pilotos de preámbulo podrían ser usados también para la interpolación en el tiempo y cada preámbulo podría tener un patrón de piloto idéntico. Estos requisitos son importantes para la detección C2 en la exploración y necesarios para la estimación de desplazamiento en 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 de piloto irregular puede degradar el rendimiento de la interpolación.

En detalle, si una distancia  $z$  entre pilotos dispersos (SP) en un símbolo OFDM es 48 y si una distancia  $y$  entre los SPs correspondientes a un portador SP específico a lo largo del eje de tiempo es 4, una distancia  $x$  efectiva después de la interpolación en el tiempo se convierte en 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 unión de canal, puede hacerse que las posiciones SP coincidan con las posiciones piloto de preámbulo generando puntos no continuos en la estructura de piloto disperso.

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

Cuando un receptor recibe dichos SPs, si es necesario, el módulo r501 de estimación de canal mostrado en la Fig. 62 puede realizar una interpolación en el tiempo para obtener los pilotos mostrados con líneas de puntos en la Fig. 43 y puede realizar la interpolación en frecuencia. En este momento, para puntos no continuos cuyos intervalos se designan como 32 en la Fig. 43, pueden implementarse tanto la realización de interpolaciones a derecha e izquierda separadamente como la realización de interpolaciones en un solo lado y a continuación la realización de una 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, de esta manera, un receptor puede minimizar el consumo de energía realizando una estimación de canal y decodificando únicamente las subportadoras necesarias.

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

Tal como se muestra, si la distancia SP se mantiene consistente en caso de unión de canal, no habrá problemas en la interpolación en frecuencia pero las posiciones piloto entre el símbolo de datos y el preámbulo pueden no coincidir. En otras palabras, esta estructura no necesita una estimación de canal adicional para una estructura de SP irregular, sin embargo, las posiciones SP usadas en unión de canal y las posiciones piloto de preámbulo se tornan diferentes para cada canal.

La Fig. 45 muestra una nueva estructura de SP o PP5' para proporcionar una solución a los dos problemas indicados anteriormente 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 sólo en frecuencia todavía puede mantenerse. Las posiciones piloto se representan en la Fig. 45 para su comparación con la estructura PP5.

La Fig. 46 muestra un ejemplo de un nuevo patrón SP o estructura PP5' en un entorno de unión de canal. Tal como se muestra en la Fig. 46, independientemente de si se usa un único canal o unión de canal, puede proporcionarse una distancia piloto  $x=16$  efectiva. Además, debido a que puede hacerse que las posiciones SP coincidan con las posiciones piloto de preámbulo, puede evitarse el deterioro de la estimación de canal causado por la irregularidad de SP o las posiciones SP no coincidentes. En otras palabras, no existe posición SP irregular para el interpolador en frecuencia y se proporciona una coincidencia entre el preámbulo y las posiciones SP.

Por consiguiente, los nuevos patrones SP propuestos pueden ser ventajosos en el sentido de que puede usarse un único patrón SP tanto para un canal único como para un canal unido; no puede causarse ninguna estructura de piloto irregular, de esta manera, es posible una buena estimación de canal; tanto las posiciones SP piloto como las de preámbulo pueden mantenerse coincidentes; la densidad piloto puede mantenerse igual que para PP5 y PP7 respectivamente; y también puede conservarse la capacidad de interpolación sólo en frecuencia.

Además, la estructura de preámbulo puede satisfacer requisitos tales como que 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 3.409 (7,61 MHz) para la exploración inicial; deberían usarse exactamente los mismos patrones de piloto y secuencia de aleatorización para la detección C2; y no se requiere ningún preámbulo específico de detección como P1 en T2.

En términos de relación con la estructura de trama, la granularidad de la posición del segmento de datos puede ser modificada a 16 portadoras en lugar de 12, de esta manera, puede producirse una menor sobrecarga de direccionamiento de posición y no se esperan otros problemas con relación a la condición de segmento de datos, la condición de ranura nula, etc.

5 Por lo tanto, en el módulo r501 de estimación de canal de la Fig. 62, los pilotos en cada preámbulo pueden usarse cuando se realiza una interpolación en el tiempo de SP de símbolo de datos. Por lo tanto, pueden mejorarse la adquisición de canal y la estimación de canal en los límites de trama.

Ahora, considerando los requisitos referidos al preámbulo y la estructura de piloto, hay consenso en que las posiciones de los pilotos de preámbulo y SPs deberían coincidir independientemente de la unión de canal; el número de portadoras totales en el bloque L1 debería ser divisible por la distancia piloto para evitar una estructura irregular en el borde de la banda; los bloques L1 deberían repetirse en el dominio de la frecuencia; y los bloques L1 deberían ser siempre decodificables en la posición de la ventana de sintonizador arbitrario. Requisitos adicionales serían que las posiciones y patrones de piloto deberían repetirse en periodos de 8 MHz; el desplazamiento correcto de frecuencia de portadora debería ser estimado sin conocimiento de unión de canal; y la decodificación L1 (reordenación) es imposible antes de que se compense el desplazamiento en frecuencia.

La Fig. 47 muestra una relación entre símbolo de datos y preámbulo cuando se usan estructuras de preámbulo como las mostradas en la Fig. 52 y la Fig. 53. El bloque L1 puede ser repetido en periodos de 6 MHz. Para la decodificación L1, debería encontrarse tanto el desplazamiento en frecuencia como el patrón de cambio de preámbulo. La decodificación 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 en frecuencia.

De esta manera, necesita obtenerse un receptor, específicamente para el eliminador r401 de cabecera de trama mostrado en la Fig. 63 para realizar decodificación de señal L1, estructura de unión de canal. Debido a que se conoce la cantidad de cambio de preámbulo esperada en las dos regiones sombreadas verticalmente en la Fig. 47, el módulo r505 sincronizador tiempo/frecuencia en la Fig. 62 puede estimar el desplazamiento en frecuencia de portadora. En base a la estimación, la trayectoria r308-1 ~ r301-1 de señalización L1 en la Fig. 64 puede decodificar el bloque L1.

La Fig. 48 muestra una relación entre símbolo de datos y preámbulo cuando se usa la estructura de preámbulo mostrada en la Fig. 55. El bloque L1 puede ser repetido en periodos de 8 MHz. Para la decodificación L1, debe encontrarse el desplazamiento de sólo frecuencia y puede no requerirse el conocimiento de unión de canal. El desplazamiento en frecuencia puede ser estimado fácilmente usando una secuencia de secuencia binaria pseudoaleatoria (Pseudo Random Binary Sequence, PRBS) conocida. Tal como se muestra en la Fig. 48, los símbolos de preámbulo y de datos están alineados, de esta manera, es posible que ya no sea necesaria una búsqueda de sincronización adicional. Por lo tanto, para un receptor, específicamente para el módulo r401 eliminador de cabecera de trama mostrado en la Fig. 63, es posible que sólo necesite obtenerse el pico de correlación con la secuencia de aleatorización piloto para realizar la decodificación de señal L1. El módulo r505 sincronizador en tiempo/frecuencia en la Fig. 62 puede estimar el desplazamiento en frecuencia de la portadora desde la posición de pico.

La Fig. 49 muestra un ejemplo de perfil de retardo de canal por cable.

Desde el punto de vista de diseño de piloto, el GI actual ya sobreprotege la dispersión de retardo de canal por cable. En el peor de los casos, el rediseño del modelo de canal puede ser una opción. Para repetir el patrón exactamente cada 8 MHz, la distancia de piloto debería ser un divisor de 3.584 portadoras ( $z=32$  o  $56$ ). Una densidad piloto de  $z=32$  puede aumentar la sobrecarga de piloto, de esta manera, puede escogerse  $z=56$ . Una cobertura de retardo un poco menor puede no ser importante en un canal por cable. Por ejemplo, puede ser de  $8 \mu\text{s}$  para PP5' y de  $4 \mu\text{s}$  para PP7' en comparación con  $9,3 \mu\text{s}$  (PP5) y  $4,7 \mu\text{s}$  (PP7). Retardos significativos pueden cubrirse por ambos patrones de piloto incluso en el peor de los casos. Para la posición de piloto de preámbulo, no son necesarias más que todas las posiciones SP en símbolo de datos.

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

La Fig. 50 muestra una estructura de piloto dispersa que usa  $z=56$  y  $z=112$  que se construye en el módulo 404 de inserción de pilotos en la Fig. 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 Fig. 50, los pilotos están alineados a 8 MHz con respecto a cada borde de la banda, cada posición de piloto y estructura de piloto puede repetirse cada 8 MHz. De esta manera, esta estructura puede soportar la estructura de preámbulo mostrada en la Fig. 48. Además, puede usarse una estructura de piloto común entre los símbolos de preámbulo y de datos. Por lo tanto, el módulo r501 de estimación de canal en la Fig. 62
- 5 puede realizar una estimación de canal usando una interpolación en los símbolos de preámbulo y de datos debido a que no puede producirse ningún patrón de piloto irregular, independientemente de la posición de ventana que se decide por las ubicaciones de segmento de datos. En este momento, el uso de interpolación sólo en frecuencia puede ser suficiente para compensar la distorsión de canal por dispersión de retardo. Si adicionalmente se realiza interpolación en el tiempo, puede realizarse una estimación de canal más precisa.
- 10 Por consiguiente, en el nuevo patrón de piloto propuesto, la posición y el patrón de piloto pueden ser repetidos en base a un periodo de 8 MHz. Puede usarse un único patrón de piloto para símbolos de preámbulo y de datos. La decodificación L1 puede ser siempre posible sin conocimiento de unión de canal. Además, el patrón de piloto propuesto puede no afectar a aspectos comunes con T2 porque puede usarse la misma estrategia de piloto del patrón de piloto disperso; T2 ya usa 8 patrones de piloto diferentes; y los patrones de piloto modificados pueden no
- 15 aumentar significativamente la complejidad del receptor. Para una secuencia de aleatorización piloto, el periodo de PRBS puede ser 2.047 (secuencia m); la generación PRBS puede reiniciarse cada 8 MHz, cuyo periodo es 3.584; la tasa de repetición de piloto de 56 también puede ser co-prima con 2.047; y no se espera ningún problema de PAPR.
- 20 La Fig. 51 muestra un ejemplo de un modulador basado en OFDM. Los flujos de símbolo de entrada pueden ser transformados al dominio del tiempo por el módulo 501 IFFT. En caso necesario, puede reducirse la relación potencia pico a potencia promedio (Peak-to-Average Power Ratio, PAPR) en el módulo 502 de reducción de PAPR. Para los procedimientos PAPR, puede usarse extensión de constelación activa (Active Constellation Extension, ACE) o reserva de tono. 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.
- 25 El módulo 504 de inserción de preámbulo puede insertar un preámbulo delante de cada trama transmitida de manera que un receptor pueda detectar una trama de señal digital y adquirir la adquisición de desplazamiento en tiempo/frecuencia. En este momento, la señal de preámbulo puede realizar una 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 ser omitido si el modulador es específicamente para DVB-C2.
- 30 La Fig. 52 muestra un ejemplo de una estructura de preámbulo para unión de canal, generada en el módulo 504 de inserción de preámbulo en la Fig. 51. Un bloque L1 completo debería ser "siempre decodificable" 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 ser repetidos en dominio de la frecuencia en periodos de 6 MHz. El símbolo de datos puede ser unido a canal cada 8
- 35 MHz. Si, para decodificación L1, un receptor usa un sintonizador tal como el sintonizador r603 representado en la Fig. 61 que usa un ancho de banda de 7,61 MHz, el eliminador r401 de cabecera de trama en la Fig. 63 debe re-disponer el bloque L1 con cambio cíclico recibido (Fig. 53) a su forma original. Esta re-disposición es posible debido a que el bloque L1 es repetido para cada bloque de 6 MHz. La Fig. 53a puede ser re-ordenada en la Fig. 53b.
- 40 La Fig. 54 muestra un procedimiento para diseñar un preámbulo más optimizado. La estructura de preámbulo de la Fig. 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 lo tanto, puede haber una optimización adicional en la eficacia espectral.
- 45 La Fig. 55 muestra otro ejemplo de estructura de preámbulo o estructura de símbolos de preámbulo para la eficacia espectral total, generada en el módulo 401 de inserción de cabecera de trama en la Fig. 42. Justo como el símbolo de datos, los bloques L1 pueden ser repetidos en dominio de la frecuencia en periodos de 8 MHz. Un bloque L1 completo es 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. Con exactamente el mismo ancho de banda para los símbolos de preámbulo y datos y exactamente la misma estructura de piloto para los símbolos de preámbulo y datos puede maximizarse la eficacia espectral. Otras características, tales como la propiedad de cambio cíclico y no enviar el bloque L1 en caso de que no haya segmento de datos, pueden mantenerse inalteradas. En otras palabras, el ancho de banda de los
- 50 símbolos de preámbulo puede ser idéntico al ancho de banda de símbolos de datos o, tal como se muestra en la Fig. 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 ser definido como un ancho de banda que
- 55 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 de 7,61 MHz).

5 La Fig. 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 código perforado. Cuando un sintonizador r603 mostrado en la Fig. 61 usa un ancho de banda de 7,61 MHz para la decodificación L1, el eliminador r401 de cabecera de trama en la Fig. 63 necesita re-disponer el bloque L1 con cambio cíclico, recibido a su forma original, tal como se muestra en la Fig. 56. En este momento, la decodificación L1 se realiza usando todo el ancho de banda del sintonizador. Una vez re-dispuesto el bloque L1, un espectro del bloque L1 re-dispuesto puede tener una región en blanco dentro del espectro, tal como se muestra en el lado derecho superior de la Fig. 56 debido a que un tamaño original del bloque L1 es un ancho de banda de 8 MHz.

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

15 Este bloque L1 puede ser decodificado en el módulo r303-1 de decodificación perforada/acortada en la Fig. 64. Mediante el uso de esta estructura de preámbulo, puede utilizarse todo el ancho de banda de sintonizador, de esta manera pueden aumentarse la eficacia espectral y la ganancia de codificación. Además, puede usarse un ancho de banda y una estructura de piloto idénticos para los símbolos de preámbulo y de datos.

20 Además, si el ancho de banda de preámbulo o si el ancho de banda de los símbolos de preámbulo se establece como un ancho de banda de sintonizador, tal como se muestra en la Fig. 58, (es de 7,61 MHz en el ejemplo), puede obtenerse un bloque L1 completo tras la re-disposición incluso sin perforación. En otras palabras, para una trama que tiene símbolos de preámbulo, en la que los símbolos de preámbulo tienen al menos un bloque de capa 1 (L1), puede decirse que el bloque TI L1 tiene 3.408 subportadoras activas y las 3.408 subportadoras activas corresponden a 7,61 MHz de una banda de radiofrecuencia (RF) de 8 MHz.

25 De esta manera, puede maximizarse la eficacia espectral y el rendimiento de decodificación L1. En otras palabras, en un receptor, la decodificación puede ser realizada en el módulo r303-1 de decodificación perforada/acortada en la Fig. 31, después de realizar sólo un desentrelazado en el dominio de símbolos.

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

35 La Fig. 59 muestra un ejemplo de un procesador analógico. Un módulo 601 DAC puede convertir una entrada de señal digital en una señal analógica. Una vez que el ancho de banda de frecuencia de transmisión es convertido, de manera ascendente, 602, y es filtrada analógicamente, la señal 603 puede ser transmitida.

40 La Fig. 60 muestra un ejemplo de un sistema de receptor digital. La señal recibida es convertida en una señal digital en un módulo r105 de procedimiento analógico. Un demodulador r104 puede convertir la señal en datos en el dominio de la frecuencia. Un analizador r103 sintáctico de trama puede eliminar los pilotos y las cabeceras y permitir la selección de la información de servicio que necesita ser decodificada. Un demodulador r102 BICM puede corregir errores en el canal de transmisión. Un procesador r101 de salida puede recuperar el flujo de servicio transmitido originalmente y la información de sincronización.

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

50 La Fig. 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 de sincronización tiempo/frecuencia puede realizar una sincronización en los dominios del tiempo y de la frecuencia. En este momento, para la sincronización en el dominio del tiempo, puede usarse una correlación de intervalo de

seguridad. Para la sincronización en el dominio de la frecuencia, puede usarse una correlación o puede estimarse un desplazamiento a partir de información de fase de una subportadora que es transmitida en el dominio de la frecuencia. Un módulo r504 eliminador de preámbulo puede eliminar el preámbulo de la parte delantera 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 del tiempo en una señal en el dominio de la frecuencia. Un módulo r501 de estimación/ecualización de canal puede compensar los errores estimando la distorsión en el canal de transmisión usando un símbolo piloto. El módulo r504 eliminador de preámbulo puede ser omitido si el demodulador es específicamente para DVB-C2.

La Fig. 63 muestra un ejemplo de analizador sintáctico de trama. Un módulo r404 eliminador de piloto puede eliminar los símbolos de piloto. Un módulo r403 desentrelazador en frecuencia puede realizar un desentrelazado en el dominio de la frecuencia. Un combinador r402 de símbolo OFDM puede recuperar la trama de datos a partir de los flujos de símbolo transmitidos en los símbolos OFDM. Un módulo r401 eliminador de cabecera de trama puede extraer la señalización de capa física de la cabecera de cada trama y puede eliminar la cabecera. La información extraída puede ser usada como parámetros para los siguientes procedimientos en el receptor.

La Fig. 64 muestra un ejemplo de un demodulador BICM. La Fig. 64a muestra una trayectoria de datos y la Fig. 64b muestra una trayectoria L1 de señalización. Un desentrelazador r308 de símbolo puede realizar un desentrelazado en el dominio de símbolos. Un extractor r307 ModCod puede extraer los parámetros ModCod de la parte delantera de cada trama BB y puede hacer que los parámetros estén disponibles para los siguientes procedimientos de decodificación y demodulación variable/adaptativa. Un demapeador r306 de símbolo puede demapear los flujos de símbolo de entrada en flujos con relación logarítmica de verosimilitud (Log-Likelihood Ratio, 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 indicada anteriormente, calculando tanto el eje I como el eje Q cuando se calcula el bit más próximo a MSB y calculando el eje I o el eje Q cuando se calcula el resto de bits, puede implementarse un demapeador de símbolo eficaz. Este procedimiento puede ser aplicado, por ejemplo, a LLR aproximada, LLR exacta y decisión firme.

Cuando se usa una constelación optimizada según la capacidad de constelación y la tasa de código del código de corrección de errores 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 a la del demultiplexador 305 de bit del transmisor. El desentrelazador r304 interno y el desentrelazador r302 externo del receptor pueden realizar funciones inversas a las 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 ser omitido si el demodulador BICM es específicamente para DVB-C2.

El decodificador r303 interno y el decodificador r301 externo del receptor pueden realizar procedimientos de decodificación correspondientes al codificador 303 interno y el codificador 301 externo del transmisor, respectivamente, para corregir errores en el canal de transmisión. Pueden realizarse procedimientos similares realizados en la trayectoria de datos, en la trayectoria L1 de señalización, 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 Fig. 65 muestra un ejemplo de decodificación LDPC usando acortamiento/perforación. Un demultiplexador r301a puede emitir por separado una parte de información y una parte de paridad de código sistemático de los flujos de bits de entrada. Para la parte de información, puede realizarse un relleno r302a con ceros según un número de flujos de bits de entrada del 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 ser realizada sobre los flujos de bits generados, y los ceros en la parte de información pueden ser eliminados y ésta puede ser emitida r305a.

La Fig. 66 muestra un ejemplo de procesador de salida. Un desaleatorizador r209 BB puede recuperar los flujos de bits aleatorizados (209) en el transmisor. Un divisor r208 puede recuperar las tramas BB que corresponden a múltiples PLP que son multiplexados y transmitidos desde el transmisor según la trayectoria PLP. Para cada trayectoria PLP, un eliminador r207-1~ n de cabecera BB puede eliminar la cabecera que es transmitida en la parte delantera de la trama BB. Un decodificador r206-1~ n CRC puede realizar una decodificación CRC y puede hacer que las tramas BB fiables estén disponibles para su selección. Un módulo r205-1~ n de inserción de paquetes nulos puede recuperar 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 recuperar un retardo que existe entre cada trayectoria PLP.

Los módulos r203-1~ n de recuperación de reloj de salida pueden recuperar la sincronización original del flujo de

servicio a partir de la información de sincronización transmitida desde los módulos 203-1~ n de sincronización de flujo de entrada. Un módulo r202-1~ n de interfaz de salida puede recuperar los datos en un paquete TS/GS a partir de los flujos de bits de entrada segmentados en la trama BB. Unos módulos r201-1~ n de procesamiento posterior de salida pueden recuperar múltiples flujos TS/GS en un flujo TS/GS completo, en caso necesario. Los bloques sombreados mostrados en la Fig. 66 representan módulos que pueden ser usados cuando se procesa una única PLP cada vez y el resto de bloques representan módulos que pueden ser usados cuando se procesan múltiples PLP al mismo tiempo.

Los patrones de piloto de preámbulo se diseñaron cuidadosamente para evitar un aumento de la PAPR, de esta manera, es necesario considerar si la tasa de repetición L1 puede aumentar la PAPR. El número de bits de información L1 varía dinámicamente según la unión de canal, el número de PLPs, 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 estar más protegida que los símbolos de datos; y el entrelazado en el tiempo del 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 Fig. 67, la eficacia espectral total (aumento de un 26,8% de BW) se muestra con perforación virtual, pero puede aumentarse la PAPR debido a que 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 en frecuencia 4K-FFT DVB-T2 para los aspectos comunes y el mismo patrón puede ser repetido en un periodo de 8 MHz tras el entrelazado.

Para una tasa de repetición de bloque L1 de 6 MHz, tal como se muestra en la Fig. 68, puede mostrarse una eficacia espectral reducida sin perforación virtual. Puede producirse un problema de PAPR similar al del caso de 8 MHz, ya 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 en frecuencia 4K-FFT DVB-T2 para los aspectos comunes y el mismo patrón puede ser repetido en un periodo de 24 MHz tras el entrelazado.

La Fig. 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 ya que los anchos de banda de símbolo de datos y L1 comparten LCM  $\approx$  1704 MHz. Para la tasa de repetición de 7,61 MHz, puede usarse entrelazado en frecuencia 4K-FFT DVB-T2 para los aspectos comunes y el mismo patrón puede ser repetido en periodos de aproximadamente 1.704 MHz tras el entrelazado.

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

La Fig. 72 es un ejemplo de un entrelazador 308-1 de símbolo, tal como se muestra en la trayectoria de señalización L1 en la Fig. 37, y también puede ser un ejemplo de su desentrelazador r308-1 de símbolo correspondiente, tal como se muestra en la trayectoria L1 de señalización en la Fig. 64. Los bloques con líneas oblicuas representan los bloques L1 y los bloques sólidos representan las portadoras de datos. Los bloques L1 pueden ser transmitidos no sólo dentro de un único preámbulo, sino que pueden ser transmitidos también dentro de múltiples bloques OFDM. Dependiendo de un tamaño de bloque L1, el tamaño del bloque de entrelazado puede variar. En otras palabras, num\_L1\_sym y L1\_span pueden ser diferentes entre sí. Para minimizar una sobrecarga innecesaria, los datos pueden ser transmitidos dentro del resto de las portadoras de los símbolos OFDM en los que se transmite el bloque L1. En este punto, puede garantizarse una eficacia espectral total ya que el ciclo de repetición del bloque L1 es todavía un ancho de banda de sintonizador total. En la Fig. 72, los números en los bloques con líneas oblicuas representan el orden de bit dentro de un único bloque LDPC.

Por consiguiente, 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 Fig. 72, y se leen en la dirección de columna según un índice de portadora, puede obtenerse un efecto de entrelazado de bloque. En otras palabras, un bloque LDPC puede ser entrelazado en el dominio del tiempo y el dominio de la frecuencia y, a continuación, puede ser transmitido. Num\_L1\_sym puede ser un valor predeterminado, por ejemplo, puede fijarse un número entre 2~ 4 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 la protección L1.

La Fig. 73 es un ejemplo de una transmisión de bloque L1. La Fig. 73 ilustra la Fig. 72 en el dominio de tramas. Tal como se muestra en el lado izquierdo de la Fig. 73, los bloques L1 pueden abarcar el ancho de banda de sintonizador total o, tal como se muestra en el lado derecho de la Fig. 73, los bloques L1 pueden ser abarcados parcialmente y el resto de las portadoras pueden ser usadas para la 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 un entrelazado de sólo símbolo mientras que no se permite una transmisión de datos en esos símbolos OFDM. Por consiguiente, para el símbolo OFDM usado para señalización L1, un receptor puede realizar una decodificación L1 realizando un desentrelazado sin decodificación de datos. En este punto, el bloque L1 puede transmitir señalización L1 de la trama actual o la señalización L1 de una trama posterior. En el lado de receptor, los parámetros L1 decodificados a partir de la trayectoria de decodificación de señalización L1 mostrada en la Fig. 64 pueden ser utilizados para el procedimiento de decodificación para la trayectoria de datos del analizador sintáctico de trama de la trama posterior.

En resumen, en un transmisor, puede realizarse un entrelazado de bloques de la región L1 escribiendo los bloques en una memoria en una dirección de fila y leyendo los bloques escritos desde la memoria en una dirección de columna. En un receptor, puede realizarse un desentrelazado de bloques de la región L1 escribiendo los bloques en una memoria en una dirección de columna y leyendo los bloques escritos desde 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 aspectos comunes de T2; mapeo de símbolo QAM 16; densidad piloto de 6 en el preámbulo; número de LDPC corta implica una cantidad requerida de perforación/acortamiento, pueden obtenerse resultados o conclusiones tales como que sólo un preámbulo para la transmisión L1 pueden no ser suficiente; 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, si se requiere, el relleno puede añadirse con una sobrecarga despreciable. El resultado se resume en la Fig. 71.

Por consiguiente, para una tasa de repetición de bloque L1, el ancho de banda de sintonizador total sin perforación virtual puede ser una buena solución y todavía puede que no surja ningún problema de PAPR con la eficacia espectral total. Para la 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 PLPs. Para la estructura de bloque L1, puede implementarse una señalización L1 flexible según el tamaño de bloque L1. El entrelazado en el tiempo puede ser realizado para una mejor robustez para aspectos comunes de T2. Una menor sobrecarga puede permitir la transmisión de datos en el preámbulo.

Puede realizarse un entrelazado de bloque del bloque L1 para una mejor robustez. El entrelazado puede ser realizado con un número predefinido fijo de símbolos L1 ( $num\_L1\_sym$ ) y un número de portadoras abarcadas por L1 como un parámetro ( $L1\_span$ ). La misma técnica se usa para un entrelazado de preámbulo P2 en DVB-T2.

Puede usarse un bloque L1 de tamaño variable. El tamaño puede ser adaptable a la cantidad de bits de señalización L1, resultando en una menor sobrecarga. Puede obtenerse una eficacia espectral total sin problema de PAPR. Una repetición menor de 7,61 MHz puede significar que puede enviarse más redundancia, pero sin usar. No pueden surgir problemas de PAPR debido a la tasa de repetición de 7,61 MHz para el bloque L1.

La Fig. 74 es otro ejemplo de señalización L1 transmitida dentro de una cabecera de trama. Esta Fig. 74 difiere de la Fig. 70 en que el campo  $L1\_span$  que tiene 12 bits se divide en dos campos. En otras palabras, 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. Debido a que el segmento de datos comienza y finaliza cada 12 portadoras, que es la densidad piloto, los 12 bits de sobrecarga pueden reducirse en 3 bits hasta llegar a 9 bits.

$L1\_row$  representa el número de símbolos OFDM que abarca L1 cuando se aplica un entrelazado en el tiempo. Por consiguiente, puede realizarse un entrelazado en el tiempo dentro de un área de  $L1\_columns$  multiplicada por  $L1\_rows$ . De manera alternativa, puede transmitirse un tamaño total de bloques L1 de manera que puede usarse el  $L1\_span$  mostrado en la Fig. 70 cuando no se realiza un entrelazado en el tiempo. Para dicho caso, el tamaño de bloque L1 es de  $11.776 \times 2$  bits en el ejemplo, de esta manera 15 bits son suficientes. Por consiguiente, el campo  $L1\_span$  puede estar compuesto por 15 bits.

La Fig. 75 es un ejemplo de entrelazado/desentrelazado en frecuencia o tiempo. La Fig. 75 muestra una parte de una trama de transmisión completa. La Fig. 75 muestra también 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 Fig. 75, el preámbulo transmite bloques L1 para cada 7,61 MHz.

Para el preámbulo, se realiza un entrelazado en frecuencia o en tiempo dentro de los bloques L1 y no se realiza entre los 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 incluso si la ventana de sintonizador se ha movido a una ubicación aleatoria dentro de un sistema de

unión de canal.

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

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

15 La Fig. 76 es una tabla que analiza la sobrecarga de la señalización L1 que es transmitida 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 Fig. 37. Tal como se observa en la Fig. 76, para un bloque LDPC corto (tamaño=16.200), 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 una señalización L1 específica de FECFRAME, es decir, identificador PLP, Mod y Cod.

20 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, la trama puede mantenerse igual que para la cabecera FECFRAME. Para los casos de tipo ACM/VCM y único PLP, el identificador PLP puede ser eliminado de la cabecera FECFRAME, dando resultando en una reducción de sobrecarga de hasta el 1,8%. Para los casos de tipo CCM y múltiples PLP, el campo Mod/Cod puede ser eliminado de la cabecera FECFRAME, resultando en una reducción de sobrecarga de hasta el 1,5%. Para los casos de tipo CCM y única PLP, no se requiere cabecera FECFRAME, de esta manera, puede obtenerse una reducción de sobrecarga de hasta el 3,3%.

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

35 La Fig. 77 muestra una estructura para una cabecera FECFRAME para minimizar la sobrecarga. En la Fig. 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 Fig. 37. Los bloques sólidos representan un ejemplo de módulo 303 de codificación interno, un entrelazador 304 interno, un demultiplexador 305 de bit y un mapeador 306 de símbolo en la trayectoria de datos del módulo BICM, tal como se muestra en la Fig. 37. En este punto, puede realizarse una señalización L1 acortada ya que 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 ser repetida tres veces en el preámbulo y puede realizarse una modulación BPSK, de esta manera, es posible una señalización muy robusta. Finalmente, el módulo 307 de inserción de cabecera ModCod puede insertar la cabecera generada en cada trama FEC. La Fig. 84 muestra un ejemplo del módulo r307 de extracción ModCod en la trayectoria de datos del módulo de demodulación BICM mostrado en la Fig. 64.

40 Tal como se muestra en la Fig. 84, la cabecera FECFRAME puede ser analizada sintácticamente r301b, a continuación, los símbolos que transmiten información idéntica en símbolos repetidos pueden ser retardados, alineados y, a continuación, combinados (r302b combinación de rake). Finalmente, cuando se realiza una demodulación (r303b) BPSK, puede recuperarse el campo de señal L1 recibido y este campo de señal L1 recuperado puede ser enviado al controlador de sistema para ser usado como parámetros para la decodificación. La FECFRAME analizada sintácticamente puede ser enviada al demapeador de símbolo.

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

La Fig. 79 muestra ejemplos de estructuras de trama de transmisión y de trama FEC. Las estructuras de trama FEC mostradas en el lado derecho superior de la Fig. 79 representan la cabecera FECFRAME insertada por el

módulo 307 de inserción de cabecera ModCod en la Fig. 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. O 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 Fig. 79 mediante el módulo 401 de inserción de cabecera de trama del formador de trama, tal como se muestra en la Fig. 42 y el módulo 208 combinador/segmentador del procesador de entrada mostrado en la Fig. 35. En este punto, la FECFRAME puede ser transmitida según diferentes tipos de segmento de datos. Usando este procedimiento, puede reducirse un máximo del 3,3% de sobrecarga. En el lado derecho superior de la Fig. 79, se muestran cuatro tipos diferentes de estructuras, pero una persona con conocimientos en la materia entendería que éstos son sólo ejemplos, y puede usarse cualquiera de estos tipos o sus combinaciones para el segmento de datos.

En el lado de receptor, el módulo r401 de eliminación de cabecera de trama del módulo analizador sintáctico de trama tal como se muestra en la Fig. 63 y el módulo r307 de extracción ModCod del módulo de demodulación BICM mostrado en la Fig. 64 pueden 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 de la señalización L1 que es transmitida en el preámbulo y para el tipo ACM/VCM, pueden extraerse parámetros de la cabecera FECFRAME.

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

La Fig. 80 muestra un ejemplo de señalización L1 que puede ser transmitida dentro del preámbulo por el módulo 401 de inserción de cabecera de trama del módulo de formador de trama mostrado en la Fig. 42. Esta señalización L1 difiere de la señalización L1 anterior en que el tamaño del bloque L1 puede ser transmitido en bits (L1\_size, 14 bits); es posible activar/desactivar el entrelazado en el 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 ser transmitido dentro del preámbulo en vez de dentro de la cabecera FECFRAME (plp\_mod (3 bits), plp\_fec\_type (1 bit), plp\_cod (3 bits)).

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

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

La Fig. 81 muestra un ejemplo de preseñalización L1 que puede ser realizada en el módulo 307-1 de inserción de cabecera ModCod en la trayectoria de datos del módulo BICM mostrado en la Fig. 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 L1 de señalización del módulo BICM mostrado en la Fig. 37. Los bloques sólidos son ejemplos del módulo 401 de inserción de cabecera de trama del formador de trama, tal como se muestra en la Fig. 42.

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

Tal como se observa en la Fig. 81, la señal L1 que es transmitida en el preámbulo puede ser protegida 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 en el 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 es transmitida 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 Fig. 64 es necesario usar el módulo de decodificación mostrado en la Fig. 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 procedimiento de recepción de Rake que sincronice los símbolos repetidos cuatro veces y añada los símbolos.

La Fig. 82 muestra una estructura de L1 el bloque de señalización que es transmitido desde el módulo 401 de

inserción de cabecera de trama del módulo de formador de trama tal como se muestra en la Fig. 42. Muestra un caso en el que no se usa entrelazado en el tiempo en un preámbulo. Tal como se muestra en la Fig. 82, puede transmitirse una clase diferente de bloques LDPC en el orden de las portadoras. Una vez formado y transmitido un símbolo OFDM, a continuación se forma y se transmite un símbolo OFDM siguiente. Para el último símbolo OFDM a ser transmitido, si queda alguna portadora, esas portadoras pueden usarse para la transmisión de datos o pueden rellenarse con valores por defecto. El ejemplo en la Fig. 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 L1 de señalización del demodulador BICM, tal como se muestra en la Fig. 64.

La Fig. 83 muestra un caso en el que se realiza un entrelazado en el tiempo L1. Tal como se muestra en la Fig. 83, puede realizarse un entrelazado de bloque de manera que se forme un símbolo OFDM para índices de portadora idénticos, formando entonces unos símbolos 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 con valores por defecto. En un lado de receptor, para este caso de no entrelazado, el desentrelazador r308-1 de símbolo en la trayectoria L1 de señalización del demodulador BICM mostrado en la Fig. 64 puede realizar un desentrelazado de bloque leyendo los 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 mod/cod en los 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 mod/cod en la cabecera XFECFrame.

XFECFrame significa trama XFEC (complex Forward Error Correction, corrección compleja de errores hacia delante) 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 en el tiempo en los símbolos de preámbulo o no realizar desentrelazado en el 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 en el tiempo sobre los símbolos de preámbulo o no realizar entrelazado en el tiempo sobre los símbolos de preámbulo puede ser insertado en L1 de los símbolos de preámbulo.

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

La Fig. 85 muestra otro ejemplo de preseñalización L1 que puede ser transmitida desde el módulo 307-1 de inserción de cabecera ModCod en la trayectoria L1 de señalización del módulo BICM mostrado en la Fig. 37. La Fig. 85 difiere de la Fig. 81 en que se ha modificado el mecanismo de protección de la parte de cabecera. Tal como se observa en la Fig. 85, la información de tamaño de bloque L1  $L1\_size$  (14 bits) no es transmitida en el bloque L1, sino que es transmitida en la cabecera. En la cabecera, puede transmitirse también información de entrelazado en el 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 un 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 la profundidad de entrelazado en el tiempo se fija 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 en el tiempo. En otras palabras, sólo puede transmitirse el indicador de activación/desactivación de entrelazado en el tiempo (1 bit). En un lado de receptor, comprobando sólo un número de preámbulos transmitidos, sin usar  $L1\_span$ , puede obtenerse una profundidad de desentrelazado en el tiempo.

La Fig. 86 muestra un ejemplo de planificación de bloque de señalización L1 que se transmite en el preámbulo. Si un tamaño de información L1 que puede ser transmitida 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 ser dividida equitativamente de manera que el subbloque L1 dividido sea menor que  $N_{max}$ , entonces el subbloque L1 dividido puede ser transmitido 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.

5 Por el contrario, tal como se muestra en la Fig. 88, puede aumentarse la potencia de las portadoras en las que se transmite el bloque L1 para mantener una potencia de señal de preámbulo total 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 pueden tener un valor de ajuste 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.

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

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

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

20 Estos dos valores de trayectoria I/Q alineados pueden combinarse y puede obtenerse una ganancia SNR. La salida de una decisión firme puede ser introducida en el decodificador BCH. El decodificador BCH puede recuperar 18 bits de pre-L1 a partir de los 45 bits de entrada.

25 La Fig. 90 muestra un extractor ModCod homólogo de un receptor. En comparación con la Fig. 89, puede realizarse un control de potencia sobre los símbolos de entrada del demapeador QPSK para recuperar 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.

30 La Fig. 91 muestra un ejemplo de presincronización L1 que puede ser realizada en el módulo r307-1 de extracción ModCod en la trayectoria L1 de señalización del módulo de demodulación BICM mostrado en la Fig. 64. Esto es un procedimiento de sincronización para obtener una posición inicial de cabecera en un preámbulo. Los símbolos de entrada pueden ser sometidos entonces a demapeo QPSK para la trayectoria Q de salida, puede realizarse una inversa del cambio cíclico de 1 bit y puede realizarse una alineación. Pueden multiplicarse dos valores de trayectorias I/Q y pueden demodularse valores modulados por la preseñalización L1. De esta manera, 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. De esta manera, puede obtenerse una posición de inicio de la cabecera en un preámbulo. Si es necesario, puede realizarse un control de potencia, que se realiza para restablecer el nivel de potencia original, tal como se muestra en la Fig. 90, sobre la entrada del demapeador QPSK.

40 La Fig. 92 muestra otro ejemplo de campo de cabecera de bloque L1 que es enviado al módulo 307-1 de inserción de cabecera en la trayectoria L1 de señalización del módulo BICM, tal como se muestra en la Fig. 37. Esta Fig. 92 difiere de la Fig. 85 en que  $L1\_span$ , que representa la profundidad de entrelazado en el tiempo, se reduce a 2 bits y se aumentan los bits reservados en 1 bit. Un receptor puede obtener un parámetro de entrelazado en el tiempo del bloque L1 a partir del  $L1\_span$  transmitido.

45 La Fig. 93 muestra procedimientos para dividir equitativamente un bloque L1 en tantas partes como un número de preámbulos, insertando a continuación una cabecera en cada uno de los bloques L1 divididos y, a continuación, asignando los bloques L1 de cabecera insertados en un preámbulo. Esto puede realizarse cuando se realiza un entrelazado en el 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 BICM, tal como se muestra en la Fig. 37. El resto de las portadoras, después de transmitir los bloques L1, pueden tener patrones de repetición cíclica en lugar de ser rellenas con ceros.

La Fig. 94 muestra un ejemplo del demapeador r306-1 de símbolos del módulo de demodulación BICM, tal como

se muestra en la Fig. 64. Para un caso en el que los bloques L1 FEC se repiten, tal como se muestra en la Fig. 93, cada punto de inicio de los bloques L1 FEC puede ser alineado, combinado (r301f) y, a continuación, demapeado con QAM (r302f) para obtener ganancia de diversidad y ganancia de SNR. En este punto, el combinador puede incluir procedimientos 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 Fig. 93, sólo puede dividirse la parte repetida en hasta un número de cabecera de bloque FEC y la otra parte puede ser dividida por un valor que es uno menos que un número de cabecera de bloque FEC. En otras palabras, el número divisor corresponde a un número de portadoras que se añade a cada portadora.

La Fig. 98 muestra otro ejemplo de planificación de bloque L1. La Fig. 98 difiere de la Fig. 93 en que, en lugar de realizar un relleno con ceros o una repetición cuando los bloques L1 no llenan un símbolo OFDM, el símbolo OFDM puede ser llenado 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 Fig. 38, la tasa de codificación eficaz puede ser determinada según la relación de perforación, de esta manera, con la perforación, debido a que deben rellenarse con ceros menos bits, puede reducirse la tasa de codificación eficaz y puede obtenerse una mejor ganancia de codificación. El módulo r303a de desperforación de paridad de un receptor, tal como se muestra en la Fig. 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 relación de perforación.

La Fig. 95 muestra otro ejemplo de campo de señalización L1. La Fig. 95 difiere de la Fig. 74 en que, 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 la 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. De esta manera, puede eliminarse una sobrecarga de relleno, 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 BICM, tal como se muestra en la Fig. 64, en lugar de obtenerlo de la cabecera de FECFRAME. Además, incluso cuando se produce un zapeo en una ubicación aleatoria de la trama de transmisión, puede realizarse la sincronización de FECFRAME sin retardo debido a que la dirección de inicio de PLP puede obtenerse ya a partir del preámbulo.

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

La Fig. 97 muestra el número de símbolos QAM que corresponden a una FECFRAME dependiendo de los tipos de modulación. En este punto, un máximo común divisor de símbolo de QAM es 135, de esta manera, puede reducirse una sobrecarga de  $\log_2(135) \approx 7$  bits. De esta manera, la Fig. 96 difiere de la Fig. 95 en que un número de bits del campo PLP\_start puede reducirse desde 21 bits a 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 multiplicándolo por 135.

La Fig. 99 y la Fig. 101 muestran ejemplos de entrelazador 308 de símbolos que puede entrelazar en el tiempo símbolos de datos que son enviados desde el módulo 307 de inserción de cabecera ModCod en la trayectoria de datos del módulo BICM, tal como se muestra en la Fig. 37.

La Fig. 99 es un ejemplo de entrelazador de bloque que puede operar en base a los segmentos de datos. El valor de fila significa un número de celdas de carga útil en cuatro de los símbolos OFDM dentro de un segmento de datos. Puede que no sea posible un entrelazado basado en símbolos OFDM ya que el número de celdas puede cambiar entre celdas OFDM contiguas. El valor de columna K significa una profundidad de entrelazado en el tiempo, que puede ser 1, 2, 4, 8 o 16... La señalización de K para cada segmento de datos puede ser realizada dentro de la señalización L1. El entrelazador 403 en frecuencia, tal como se muestra en la Fig. 42, puede ser realizado antes del entrelazador 308 en tiempo, tal como se muestra en la Fig. 37.

La Fig. 100 muestra un rendimiento de entrelazado del entrelazador en tiempo, tal como se muestra en la Fig. 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 celdas de datos, y que no hay pilotos continuos en el segmento de datos. La figura superior en la Fig. 100 es una estructura de símbolo OFDM cuando no se realiza entrelazado en el tiempo y la figura inferior de la Fig. 100 es una estructura de símbolo OFDM cuando se realiza entrelazado en el tiempo. Las celdas negras representan un piloto disperso y las celdas no negras representan celdas de datos. La misma clase de celdas de datos representa un símbolo OFDM. En la Fig. 100, las celdas 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, de esta manera, no se obtiene una

profundidad de entrelazado total.

Se sugiere la Fig. 101 para conseguir una profundidad de entrelazado total. En la Fig. 101, las celdas negras representan pilotos dispersos y las celdas no negras representan celdas de datos. El entrelazador en tiempo, tal como se muestra en la Fig. 101, puede ser implementado en forma de entrelazador de bloque y puede entrelazar segmentos de datos. En la Fig. 101, un número de columna K representa una anchura de segmento de datos, un número de fila N representa una profundidad de entrelazado en el tiempo y el valor K pueden ser valores aleatorios, es decir,  $K = 1, 2, 3, \dots$ . El procedimiento de entrelazado incluye escribir una celda 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 fila-columna.

Además, en un transmisor, las celdas 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 celdas.

Asimismo, en un receptor, las celdas 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 las celdas se desentrelazan en el tiempo.

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

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

La Fig. 103 muestra un desentrelazador r308 de símbolo correspondiente en un receptor. Puede realizar un desentrelazado después de recibir la salida desde el módulo r401 eliminador de cabecera de trama. En los procedimientos de desentrelazado, en comparación con la Fig. 99, se invierten los procedimientos de escritura y lectura del entrelazado de bloque. Usando la información de posición de piloto, el desentrelazador en tiempo puede realizar un desentrelazado virtual no escribiendo en o no leyendo desde una posición de piloto en la memoria de entrelazador y escribiendo en o leyendo desde una posición de celda de datos en la memoria de entrelazador. La información desentrelazada puede ser emitida hacia el módulo r307 extractor de ModCod.

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

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

La Fig. 108 muestra un desentrelazador r308 de símbolo de un receptor correspondiente. La salida del módulo r401 eliminador de cabecera de trama puede ser desentrelazada. Cuando se compara con la Fig. 99, el desentrelazado ha conmutado el orden de lectura y escritura. El desentrelazador en tiempo puede usar la información de posición de piloto para realizar un desentrelazado virtual, de manera que no se realice una lectura o escritura en las posiciones piloto, pero de manera que pueda realizarse una lectura o escritura sólo en las posiciones de celdas de datos. Los datos desentrelazados pueden ser emitidos hacia un módulo r307 extractor ModCod.

La Fig. 106 muestra un ejemplo del procedimiento de direccionamiento de la Fig. 105. NT significa profundidad de entrelazado en el 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 celdas de datos, y no hay pilotos continuos en el segmento de datos. La Fig. 106 representa un procedimiento para generar direcciones para escribir datos en una memoria de entrelazado en el tiempo, cuando un transmisor realiza un entrelazado en el 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 en 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 en 1 cuando las portadoras que corresponden a un segmento de datos se escriben en una memoria. La escritura en una memoria puede ser realizada sólo cuando una ubicación de 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.

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

La Fig. 109 muestra un desentrelazado, un procedimiento inverso al entrelazado en el tiempo, tal como se muestra en la Fig. 104. Una escritura fila por fila y una lectura en dirección diagonal pueden recuperar las celdas en secuencias originales.

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

Estos procedimientos pueden ser aplicados en un preámbulo que transmite L1. Debido a que cada símbolo OFDM que comprende un preámbulo puede tener pilotos en ubicaciones idénticas, puede realizarse un entrelazado que se refiere a valores de dirección teniendo en cuenta las ubicaciones de piloto o un entrelazado que se refiere a valores de dirección sin tener en cuenta las ubicaciones de piloto. Para el caso en el que se hace referencia a valores de dirección sin tener en cuenta las ubicaciones de piloto, el transmisor almacena los datos en una memoria de entrelazado en el tiempo. Para tal caso, un tamaño de la memoria requerido para realizar preámbulos de entrelazado/desentrelazado en un receptor o un transmisor se vuelve idéntico a un número de celdas de carga útil que existen en los símbolos OFDM usados para el entrelazado en el tiempo.

La Fig. 107 es otro ejemplo de entrelazado en el tiempo L1. En este ejemplo, el entrelazado en el tiempo puede colocar portadoras en todos los símbolos OFDM mientras que las portadoras estarían ubicadas en un único símbolo OFDM si no se realiza ningún entrelazado en el tiempo. Por ejemplo, para los datos ubicados en un primer símbolo OFDM, la primera portadora del primer símbolo OFDM estará ubicada en su ubicación original. La segunda portadora del primer símbolo OFDM estará ubicada en un segundo índice de portadora del segundo símbolo OFDM. En otras palabras, la i-ésima portadora de datos que está ubicada en un n-ésimo símbolo OFDM estará ubicada 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 el entrelazado en el tiempo L1. En este procedimiento de entrelazado en el 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 Fig. 107. Aunque en la Fig. 107 no se ilustran las posiciones de piloto, tal como se ha indicado anteriormente, puede aplicarse un entrelazado a todos los símbolos OFDM que incluyen símbolos piloto. Es decir, puede decirse que el entrelazado puede ser realizado para todos los símbolos OFDM sin considerar las posiciones de 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 en el tiempo como anteriormente. De manera similar, en la Fig. 107, un receptor puede realizar un desentrelazado almacenando todos los bloques usados en el entrelazado en el 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 Fig. 107.

Cuando se usa un entrelazador de bloque, tal como se muestra en la Fig. 106, se usan dos memorias intermedias. Específicamente, mientras una memoria intermedia está almacenando símbolos de entrada, los símbolos introducidos previamente pueden ser leídos desde la otra memoria intermedia. Una vez realizados estos

procedimientos 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.

5 La Fig. 110 muestra un ejemplo de un desentrelazador r308 o r308-1 de símbolo, tal como se muestra en la Fig. 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 por parte de la lógica de generación de direcciones, el valor de dirección puede ser emitido desde la memoria intermedia y puede realizarse una operación in situ almacenando un símbolo que es introducido en la misma dirección. Mediante estos procedimientos, puede evitarse un conflicto de acceso de memoria mientras se lee y se escribe. Además, puede realizarse un desentrelazado de símbolo usando sólo una única memoria intermedia. Pueden definirse parámetros para explicar esta regla de generación de dirección. Tal como se muestra en la Fig. 106, pueden definirse una serie de filas de una memoria de desentrelazado como una profundidad de entrelazado en el tiempo, D y pueden definirse una serie de 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.

Muestra i-ésima en bloque j-ésimo, incluyendo piloto

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

$$N = D * W;$$

$$C_{i,j} = i \text{ mod } W;$$

$$20 \quad T_w = ((C_{i,j} \text{ mod } D) * j) \text{ mod } D;$$

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

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

O

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

25 Las direcciones incluyen posiciones de piloto, de esta manera, se supone que los símbolos de entrada incluyen posiciones de 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. La operación Mod representa la operación módulo que proporciona como salida el resto después de la división. La operación Div representa la operación de división que proporciona como salida un cociente después de la división.  $R_{i,j}$  y  $C_{i,j}$  representan la dirección de fila y la dirección de columna de la entrada de símbolo i-ésima del bloque de entrelazado j-ésimo, respectivamente.  $T_w$  representa el valor de giro de columna para las direcciones en las que se ubican los símbolos. En otras palabras, cada columna puede considerarse como una memoria intermedia en la que se realiza un giro independiente según los 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 desde 0 hasta (N-1). Son posibles dos procedimientos 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.

40 La Fig. 111 muestra un ejemplo de direcciones de fila y de columna para un desentrelazado en el 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 Fig. 111 muestra sólo direcciones de los 24 primeros símbolos. Cada índice de columna puede ser idéntico al índice de símbolo de entrada i.

45 La Fig. 113 muestra un ejemplo de un transmisor OFDM usando un segmento de datos. Tal como se muestra en la Fig. 113, el transmisor puede comprender una trayectoria de PLP de datos, una trayectoria L1 de señalización, un formador de tramas y una parte de modulación OFDM. La trayectoria de PLP de datos se indica mediante los bloques con líneas horizontales y líneas verticales. La trayectoria L1 de señalización se indica mediante los 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, el módulo 203-1 sincronizador de flujo de entrada, el módulo 204-1 compensador de retardo, el módulo 205-1 de borrado de paquetes nulos, el codificador 206-1 CRC, el módulo 207-1 de inserción de cabecera BB y el aleatorizador 209 BB realizados para cada PLP, tal como se muestra en la Fig. 35. Los módulos 702-0, 702-N, 702-K y 702-M)FEC pueden comprender

50

bloques y secuencias del codificador 301 exterior y el codificador 303 interior, tal como se muestra en la Fig. 37. Unos módulos 702-L1 FEC usados en la trayectoria L1 pueden comprender bloques y secuencias del codificador 301-1 exterior y el codificador 303-1 interior acortado/perforado, tal como se muestra en la Fig. 37. El módulo L1 700-L1 de señal L1 puede generar información L1 requerida para comprender una trama.

5 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 el demultiplexador 305 de bit, tal como se muestra en la Fig. 37. El entrelazador 703-L1 de bit usado en la trayectoria L1 puede comprender bloques y secuencias del entrelazador 304-1 interior y el demultiplexador 305-1 de bit, tal como se muestra en la Fig. 37. Los módulos 704-0, 704-N, 704-K y 704-M mapeadores de símbolos pueden realizar funciones idénticas a las funciones del mapeador 306 de símbolos  
10 mostrado en la Fig. 37. El módulo 704-L1 mapeador de símbolos usado en la trayectoria L1 puede realizar funciones idénticas a las funciones del mapeador 306-1 de símbolos mostrado en la Fig. 37. Los módulos 705-0, 705-N, 705-K y 705-M de cabecera FEC pueden realizar funciones idénticas a las funciones del módulo 307 de inserción de cabecera ModCod mostrado en la Fig. 37. El módulo 705-L1 de cabecera FEC para la trayectoria L1 puede realizar funciones idénticas a las funciones del módulo 307-1 de inserción de cabecera ModCod mostrado  
15 en la Fig. 37.

Los módulos 706-0 y 706-K mapeadores de segmento de datos pueden planificar bloques FEC para los segmentos de datos correspondientes y pueden transmitir los bloques FEC planificados, donde los bloques FEC corresponden a PLPs que se asignan a cada segmento de datos. El mapeador 707-L1 de preámbulo puede planificar bloques  
20 FEC de señalización L1 para los preámbulos. Los bloques FEC de señalización L1 son transmitidos en preámbulos. Los módulos 708-0 y 708-K entrelazadores en tiempo pueden realizar funciones idénticas a las funciones del entrelazador (308) de símbolos mostrado en la Fig. 37 que pueden entrelazar segmentos de datos. El entrelazador 708-L1 en tiempo usado en la trayectoria L1 puede realizar funciones idénticas a las funciones del entrelazador 308-1 de símbolos mostrado en la Fig. 37.

De manera alternativa, el entrelazador 708-L1 en tiempo usado en la trayectoria L1 puede realizar funciones idénticas a las del entrelazador 308-1 de símbolos mostrado en la Fig. 37, pero sólo sobre símbolos de preámbulo.  
25

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

El módulo 710 generador de pilotos puede generar pilotos adecuados para un piloto continuo (CP), un piloto disperso (SP), un borde de segmento de datos y un preámbulo. Una trama puede ser formada 711 planificando el segmento de datos, el preámbulo y el piloto. El módulo 712 IFFT y el módulo 713 de inserción de GI pueden realizar funciones idénticas a las funciones de los bloques de módulo 501 IFFT y módulo 503 de inserción de GI mostrados en la Fig. 51, respectivamente. Finalmente, el módulo 714 DAC puede convertir señales digitales en señales analógicas y las señales convertidas pueden ser transmitidas.  
30

La Fig. 114 muestra un ejemplo de un receptor OFDM que usa un segmento de datos. En la Fig. 114, el sintonizador r700 puede realizar las funciones del módulo r603 sintonizador/AGC y las funciones del módulo r602 convertidor descendente mostrado en la Fig. 61. El ADC r701 puede convertir las señales analógicas recibidas en señales digitales. El módulo r702 sincronizador en tiempo/frecuencia puede realizar funciones idénticas a las funciones del módulo r505 sincronizador en tiempo/frecuencia mostrado en la Fig. 62. El módulo r703 detector de trama puede realizar funciones idénticas a las funciones del módulo r506 detector de trama mostrado en la Fig. 62.  
40

En este punto, una vez realizada la sincronización en tiempo/frecuencia, la sincronización puede ser mejorada usando el preámbulo en cada trama enviada desde el módulo r703 detector de trama durante el procedimiento de seguimiento.

El módulo r704 eliminador GI y el módulo r705 FFT pueden realizar funciones idénticas a las funciones del módulo r503 eliminador de GI y el módulo r502 FFT mostrados en la Fig. 62, respectivamente.  
45

El módulo r706 estimador de canal y el módulo r707 de ecualización de canal pueden realizar una parte de estimación de canal y una parte de ecualización de canal del módulo r501 de canal Est/Eq, tal como se muestra en la Fig. 62. El analizador r708 sintáctico de trama puede emitir un preámbulo y un segmento de datos donde se transmiten los servicios seleccionados por un usuario. Los bloques indicados mediante líneas oblicuas procesan un preámbulo. Los bloques indicados mediante líneas horizontales que pueden incluir PLP común, procesan los segmentos de datos. El desentrelazador r709-L1 en frecuencia usado en la trayectoria L1 puede realizar un desentrelazado en frecuencia dentro del ancho de banda de preámbulo. El desentrelazador r709 en frecuencia usado en la trayectoria de segmento de datos puede realizar un desentrelazado en frecuencia dentro del segmento de datos. El decodificador r712-L1 de cabecera FEC, el desentrelazador r710-L1 en tiempo y el demapeador r713-  
50

L1 de símbolos usados en la trayectoria L1 pueden realizar funciones idénticas a las funciones del módulo r307-1 extractor de ModCod, el desentrelazador r308-1 de símbolos y el demapeador r306-1 de símbolos mostrados en la Fig. 64.

5 El desentrelazador r714-L1 de bit puede comprender bloques y secuencias del demultiplexador r305-1 de bit y el desentrelazador r304-1 interior, tal como se muestra en la Fig. 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 Fig. 64. En este punto, la salida de la trayectoria L1 puede ser información de señalización L1 y puede ser enviada a un controlador de sistema para recuperar datos de PLP que son transmitidos en los segmentos de datos.

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

15 Los desentrelazadores r714-C y r714-K de bit pueden comprender bloques y secuencias del demultiplexador r305 de bit y el desentrelazador r304 interior, tal como se muestra en la Fig. 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 Fig. 64. Finalmente, los módulos r716-C y r716-K procesadores de salida pueden comprender bloques y secuencias del desaleatorizador r209 BB, el módulo r207-1 eliminador de cabecera BB, el decodificador r206-1 CRC, el módulo (r205-1 de inserción de paquetes nulos, el recuperador r204-1 de retardo, el recuperador r203-1 de reloj de salida y una interfaz r202-1 de salida que se realizan para cada PLP en la Fig. 35. Si se usa una PLP común, la PLP común y la PLP de datos asociada con la PLP común pueden ser transmitidas a un recombinador de TS y pueden ser transformadas en una PLP seleccionada por el usuario.

20 Debe observarse a partir de la Fig. 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 una secuencia opuesta a la de un transmisor. En otras palabras, para la trayectoria de datos, se posicionan un desentrelazador r709 en frecuencia, un desentrelazador r710 en tiempo, un analizador r711 sintáctico de segmentos de datos y un decodificador r712-C y r712-K de cabecera FEC. Sin embargo, para la trayectoria L1, se posicionan un desentrelazador r709-L1 en frecuencia, un decodificador r712-L1 de cabecera FEC y un desentrelazador r710-L1 en tiempo.

25 La Fig. 112 muestra un ejemplo de entrelazado de bloque general en un dominio de símbolo de datos en el que no se usan pilotos. Tal como se observa a partir de la Fig. 112a, la memoria de entrelazado puede ser rellena sin pilotos negros. Para formar una memoria rectangular, pueden usarse celdas de relleno en caso necesario. En la Fig. 112a, las celdas de relleno se indican como celdas 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 celdas de relleno durante cuatro intervalos de símbolo OFDM. Finalmente, en la Fig. 112b, se muestran los contenidos de la memoria entrelazada.

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

35 Para las entradas de desentrelazador en tiempo, un receptor debería recuperar los contenidos de la memoria intermedia como en la figura central de la Fig. 112, considerando las celdas de relleno. Básicamente, los símbolos OFDM pueden ser leídos símbolo por símbolo y pueden ser guardados fila por fila. A continuación, puede deshacerse el giro correspondiente al giro de columna. La salida del desentrelazador puede ser emitida mediante lectura fila por fila desde la memoria de la Fig. 112a. De esta manera, en comparación con el procedimiento mostrado en la Fig. 106, puede minimizarse la sobrecarga de piloto y, por consiguiente, puede minimizarse la memoria de entrelazado/desentrelazado.

La Fig. 115 muestra entrelazado en el tiempo (Fig. 115a) y un desentrelazado en el tiempo (Fig. 115b).

La Fig. 115a muestra un ejemplo de un entrelazador en tiempo 708-L1 para la trayectoria L1 de la Fig. 113. Tal como se muestra en la Fig. 115a, un entrelazado en el tiempo para el preámbulo en el que se transmite L1, puede incluir entrelazar celdas de datos L1, excluyendo los pilotos que se transmiten normalmente en el preámbulo. El procedimiento 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 de puntos), usando procedimientos idénticos a los procedimientos mostrados con referencia a la Fig. 106.

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

El desentrelazado r712-L1 puede ser realizado usando operaciones de dirección de la manera siguiente:

muestra i-ésima en bloque j-ésimo,

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

$N = D * W;$

$C_{i,j} = i \text{ mod } W;$

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

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

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

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 Fig. 115. La longitud de columna D es una profundidad de entrelazado en el tiempo de preámbulo, que es un número de símbolos OFDM que se requieren para transmitir los preámbulos.

La Fig. 116 muestra un ejemplo de formación de símbolos OFDM mediante la planificación de pilotos y preámbulos de entrada desde el formador 711 de tramas, tal como se muestra en la Fig. 113. Las celdas en blanco forman una cabecera L1 que es una señal de salida del módulo 705-L1 de cabecera FEC en la trayectoria L1, tal como se muestra en la Fig. 113. Las celdas grises representan pilotos continuos para el preámbulo que son generados por el módulo 710 de generación de pilotos, tal como se muestra en la Fig. 113. Las celdas con patrones representan las celdas de señalización L1 que son una señal de salida del mapeador 707-L1 de preámbulo, tal como se muestra en la Fig. 113. La Fig. 116a representa los símbolos OFDM cuando el entrelazado en el tiempo está desactivado y la Fig. 116b representa los símbolos OFDM cuando el entrelazado en el tiempo está activado. La cabecera L1 puede ser excluida del entrelazado en el tiempo debido a que la cabecera L1 transmite una longitud de campo de señalización L1 y una información de indicador de activación/desactivación de entrelazado en el tiempo. Esto es debido a que la cabecera L1 es añadida antes del entrelazado en el tiempo. Tal como se ha indicado anteriormente, el entrelazado en el tiempo se realiza excluyendo las celdas piloto. El resto de las celdas de datos L1 pueden ser entrelazadas, tal como se muestra en la Fig. 115, a continuación, pueden ser asignadas a subportadoras OFDM.

La Fig. 117 muestra un ejemplo de unos entrelazadores 708-0 ~ 708-K en tiempo que pueden entrelazar símbolos de datos que son enviados desde mapeadores 706-0 ~ 706-K de segmentos de datos en la trayectoria de datos de un transmisor OFDM usando un segmento de datos mostrado en la Fig. 113. El entrelazado en el tiempo puede ser realizado para cada segmento de datos. Los símbolos entrelazados en el tiempo pueden ser emitidos a los entrelazadores 709-0 ~ 709-K en frecuencia.

La Fig. 117 muestra también un ejemplo de un entrelazador en tiempo simple usando una única memoria

intermedia. La Fig. 117a muestra una estructura de símbolos OFDM antes de un entrelazado en el tiempo. Los bloques con los mismos patrones representan el mismo tipo de símbolos OFDM. La Fig. 117b y la Fig. 117c muestran estructuras de símbolos OFDM después de un entrelazado en el tiempo. Un procedimiento de entrelazado en el tiempo puede ser dividido en Tipo 1 y Tipo 2. Cada tipo puede ser realizado, de manera alternativa, para símbolos pares y símbolos impares. Un receptor puede realizar un desentrelazado en consecuencia. Una de las razones de usar, de manera alterna, el tipo 1 y el tipo 2 es la de reducir la memoria requerida en un receptor usando una única memoria intermedia durante el desentrelazado en el tiempo.

La Fig. 117b muestra un entrelazado en el tiempo usando un entrelazado de tipo 1. Los símbolos de entrada pueden ser escritos en dirección diagonal hacia abajo y pueden ser leídos en una dirección de fila. La Fig. 117c muestra un entrelazado en el tiempo usando un entrelazado de tipo 2. Los símbolos de entrada pueden ser escritos en dirección diagonal hacia arriba y pueden ser leídos en una dirección de fila. La diferencia entre el tipo 1 y el tipo 2 es si una dirección de escritura de símbolo de entrada es ascendente o descendente. Los dos procedimientos difieren en la manera en la que se escriben los símbolos, sin embargo los dos procedimientos son idénticos en cuanto a que exhiben una profundidad de entrelazado en el tiempo completo y una diversidad de frecuencias completa. Sin embargo, el uso de estos procedimientos puede provocar un problema durante una sincronización en un receptor debido al uso de dos esquemas de entrelazado.

Puede haber dos posibles soluciones. La primera solución puede consistir en una señalización de 1 bit del tipo de entrelazado de un primer bloque de entrelazado que viene primero después de cada preámbulo, mediante una señalización L1 del preámbulo. Este procedimiento está realizando un entrelazado correcto mediante señalización. La segunda solución puede consistir en formar una trama de manera que tenga una longitud con un número par de bloques de entrelazado. Usando este procedimiento, un primer bloque de entrelazado de cada trama puede tener un tipo idéntico, de esta manera, puede resolverse el problema de la sincronización de bloques de entrelazado. Por ejemplo, el problema de sincronización puede ser resuelto mediante la aplicación de un entrelazado de tipo 1 a un primer bloque de entrelazado y la aplicación secuencialmente a los siguientes bloques de entrelazado dentro de cada trama, a continuación, terminando un último bloque de entrelazado de cada trama con un entrelazado de tipo 2. Este procedimiento requiere que una trama esté compuesta por dos bloques de entrelazado, pero puede ser ventajoso en el sentido de que no se requiere señalización adicional como en el primer procedimiento.

La Fig. 122 muestra una estructura de un desentrelazador r710 en tiempo de un receptor mostrado en la Fig. 114. El desentrelazado en el tiempo puede ser realizado sobre las salidas del desentrelazador r709 en frecuencia. El desentrelazador en tiempo de la Fig. 122 representa un esquema de desentrelazado que es un procedimiento inverso al de un entrelazado en el tiempo mostrado en la Fig. 117. El desentrelazado, en comparación a la Fig. 117, tendrá una manera opuesta de lectura y escritura. En otras palabras, el desentrelazador de tipo 1 puede escribir los símbolos de entrada en una dirección de fila y puede leer los símbolos escritos en una dirección diagonal hacia abajo. El desentrelazador de tipo 2 puede escribir los símbolos de entrada en una dirección diagonal hacia abajo y puede leer los símbolos escritos en una dirección de fila. Estos procedimientos pueden permitir la escritura de los símbolos recibidos cuando los símbolos son leídos previamente haciendo que una dirección de escritura de símbolos del desentrelazador de tipo 2 sea idéntica a una dirección de lectura de símbolos del desentrelazador de tipo 1. De esta manera, un receptor puede realizar un desentrelazado usando una única memoria intermedia. Además, puede realizarse una implementación simple debido a que los procedimientos de desentrelazado de tipo 1 y tipo 2 se realizados escribiendo y leyendo los símbolos en una dirección diagonal o en una dirección de fila.

Sin embargo, el uso de estos procedimientos puede provocar un problema en la sincronización en un receptor debido al uso de dos esquemas de entrelazado. Por ejemplo, un desentrelazado de tipo 1 de símbolos entrelazados a la manera del tipo2 puede causar un deterioro en el rendimiento. Puede haber dos posibles soluciones. La primera solución puede ser determinando 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 realizando 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 ser emitido al analizador r711 sintáctico de segmentos de datos.

La Fig. 118 muestra una lógica de generación de direcciones que es idéntica a una lógica de generación de direcciones de una única memoria intermedia, cuando un entrelazador de bloques usa dos memorias intermedias tal como en la Fig.106. La lógica de generación de direcciones puede realizar funciones idénticas a las funciones mostradas en la Fig. 106. Definiendo una profundidad de entrelazado en el tiempo D como un número de filas de una memoria de desentrelazado y definiendo una anchura de segmento de datos W como un número de columna, un generador de direcciones puede generar las direcciones mostradas en la Fig. 118. Las direcciones pueden incluir posiciones de piloto. Para aplicar un entrelazado en el tiempo a los símbolos de entrada que sólo incluyen símbolos de datos, puede requerirse una lógica de control que puede saltar direcciones. Las direcciones usadas en los preámbulos de entrelazado pueden no requerir posiciones de piloto y el entrelazado puede ser realizado 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  $i$ -ésimo, respectivamente.  $T_w$  representa un valor de giro de columna o parámetro de giro desde una dirección donde está ubicado un símbolo.  $L_i$  representa las direcciones cuando se implementa una memoria unidimensional que tiene una sola memoria intermedia. Los valores de  $L_i$  pueden ser de 0 a  $(N-1)$ . En esta memoria unidimensional, son posibles al menos dos procedimientos.  $L_i(1)$  es de acoplar una matriz de memoria fila por fila y  $L_i(2)$  es la de acoplar una matriz de memoria columna por columna. Un receptor puede usar la lógica de generación de direcciones en la lectura de los símbolos durante un desentrelazado.

La Fig. 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 una sexta portadora dentro de un símbolo OFDM y las portadoras en ambos extremos se usan como pilotos, puede suponerse que un número de portadoras que pueden ser usadas en la señalización L1 es de 2.840. 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 a usar, un tamaño de FFT, un número de canales unidos y otros factores. Si un tamaño de una L1\_XFEC\_FRAME que incluye L1\_header (H) que debe ser asignada a un único símbolo OFDM y el bloque L1 FEC (L1\_FEC1) es menor que un único símbolo OFDM ( $5w-a-1$ ), la L1\_XFEC\_FRAME que incluye la L1\_header puede ser repetida para rellenar una parte restante del único símbolo OFDM ( $5w-a-2$ ). Esto es similar a la estructura de preámbulo de la Fig. 93. Para que un receptor reciba un segmento de datos que está situado en un determinado ancho de banda de los canales unidos, una ventana de sintonizador del receptor puede ser situada en un determinado ancho de banda.

Si una ventana de sintonizador de un receptor está situada como  $5w-a-3$  de la Fig. 119, puede producirse un resultado incorrecto durante la combinación de las L1\_XFEC\_FRAMEs repetidas. El caso 1 de la Fig. 119 puede corresponder a dicho ejemplo. Un receptor encuentra L1\_Header (H) para situar una posición de inicio de una L1\_Header (H) dentro de una ventana de sintonizador, pero la L1\_Header encontrada puede ser una cabecera de una L1\_XFEC\_FRAME incompleta ( $5w-a-4$ ). Es posible que la información de señalización L1 no sea obtenida correctamente si se obtiene una longitud de L1\_XFEC\_FRAME basada en esa L1\_Header y una parte restante de la parte ( $5w-a-5$ ) es añadida a una posición de inicio de esa L1\_Header. Para evitar dicho caso, un receptor puede necesitar operaciones adicionales para encontrar una cabecera de una L1\_XFEC\_FRAME completa. La Fig. 120 muestra dichas operaciones. En el ejemplo, para encontrar 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-Headers para encontrar una ubicación de inicio de la L1\_Header para combinar L1\_XFEC\_FRAME. En primer lugar, un receptor puede encontrar L1\_Header 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\_Header encontrada, 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 encontrar otra L1\_Header a partir del símbolo de preámbulo actual ( $5w-b-3$ ). A partir de una distancia calculada entre una L1\_Header recién encontrada y una L1\_Header anterior, puede determinarse ( $5w-b-4$ ) si una L1\_XFEC\_FRAME determinada es o no un bloque completo. A continuación, una L1\_Header de una L1\_XFEC\_FRAME completa puede ser usada como punto de inicio para la combinación. Usando el punto de inicio, puede combinarse ( $5w-b-5$ ) la L1\_XFEC\_FRAME. El uso de estos procedimientos, puede esperarse el caso 2 o una combinación correcta mostrada en la Fig. 119 en un receptor. Estos procedimientos pueden ser realizados en un decodificador r712-L1 de cabecera FEC en la trayectoria de la señal L1 de la Fig. 114.

La Fig. 121 es un ejemplo de una estructura de preámbulo que puede eliminar las operaciones adicionales indicadas anteriormente en un receptor. A diferencia de la estructura de preámbulo anterior, cuando una parte restante de un símbolo OFDM se rellena, sólo L1\_FEC1 de una L1\_XFEC\_FRAME, excluyendo L1\_Header (H) puede ser rellena repetidamente ( $5w-c-2$ ). De esta manera, cuando un receptor encuentra una posición de inicio de una L1\_Header (H) para combinar L1\_XFEC\_FRAME, puede encontrarse ( $5w-c-4$ ) L1\_Header de sólo L1\_XFEC\_FRAME completa, de esta manera, sin operaciones adicionales, L1\_XFEC\_FRAME puede ser combinada con la L1\_Header encontrada. Por lo tanto, los procedimientos tales como  $5w-b-2$ ,  $5w-b-3$  y  $5w-b-4$  mostrados en la Fig. 120 pueden ser eliminados en un receptor. Estos procedimientos y los procedimientos homólogos de los procedimientos pueden ser realizados en un decodificador 4712-L1 de cabecera FEC en la trayectoria de señal L1 de un receptor de la Fig. 114 y en una cabecera 705-L1 FEC en la trayectoria de señal L1 de un transmisor de la Fig. 113.

El desentrelazador r712-L1 en tiempo en la trayectoria L1 de un receptor de la Fig. 114 puede desentrelazar celdas de bloque L1 o celdas con patrones, con excluyendo otras celdas, tales como celdas de piloto y cabecera de preámbulo. Las celdas de bloque L1 se representan mediante celdas con patrones, tal como se muestra en la Fig. 116. La Fig. 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 a la del transmisor de la Fig. 113, excepto los bloques añadidos y modificados. El mapeador 1007-L1 de preámbulos puede mapear los bloques L1 y las

cabeceras de los bloques L1 sacadas de la cabecera 705-L1 FEC en símbolos de preámbulo usados en una trama de transmisión. Específicamente, la cabecera de bloque L1 puede ser repetida para cada preámbulo y el bloque L1 puede ser dividido por un número igual al número de preámbulos usados. El entrelazador 1008-L1 en tiempo puede entrelazar los bloques L1 divididos en los preámbulos. En este punto, la cabecera del bloque L1 puede ser incluida en el entrelazado o puede no ser incluida en el entrelazado. El hecho de que la cabecera del bloque L1 esté incluida o no puede no cambiar una estructura de señal de una cabecera de bloque L1 pero puede cambiar un orden de entrelazado y de transmisión de los bloques L1. El módulo 1015-L1 de repetición de L1\_XFEC puede repetir los bloques L1\_XFEC entrelazados en tiempo dentro de un ancho de banda de preámbulo. En este punto, la cabecera del bloque L1 puede ser repetida dentro de un preámbulo o puede no ser repetida dentro de un preámbulo.

La Fig. 124 muestra otro ejemplo de un receptor OFDM que usa segmentos de datos. Este receptor tiene una estructura idéntica y puede realizar una función idéntica a la del receptor de la Fig. 114, excepto los bloques añadidos y modificados. El decodificador r1012-L1 de cabecera FEC puede sincronizar las cabeceras L1 dentro de un preámbulo. Si las cabeceras L1 se repiten, las cabeceras L1 pueden ser combinadas para obtener una ganancia SNR. Entonces, el decodificador r712-L1 de cabecera FEC de la Fig. 114 puede realizar una decodificación FEC. El procedimiento de sincronización puede proporcionar una ubicación de una cabecera correlacionando la palabra de sincronización de una cabecera y los preámbulos. Para los desplazamientos en frecuencia de múltiplos de un número entero, puede determinarse un rango de correlación a partir de un direccionamiento circular.

El combinador r1017-L1 L1\_XFEC pueden combinar bloques L1\_XFEC para obtener una ganancia SRN, cuando los bloques L1 divididos son recibidos dentro de un preámbulo. El desentrelazador r1010-L1 en tiempo puede aplicar un desentrelazado en tiempo a los bloques L1 dentro de un preámbulo. Dependiendo de si las cabeceras de bloque L1 son entrelazadas en el tiempo o no en un transmisor, las cabeceras de los bloques L1 pueden ser desentrelazadas en un receptor, en consecuencia. Un orden de desentrelazado de los bloques L1 puede ser cambiado dependiendo de si las cabeceras de bloque L1 son entrelazadas en el tiempo o no en un transmisor. Por ejemplo, cuando el entrelazado en el tiempo está activado, tal como en la Fig. 116, una ubicación de la celda número 33, que es una primera celda de bloque L1 dentro de un primer preámbulo, puede cambiar. En otras palabras, cuando las cabeceras de bloque L1 no están incluidas en un entrelazado, se recibirá la señal entrelazada que tiene ubicaciones de celdas tales como las mostradas en la Fig. 116. Si las cabeceras de bloque L1 están incluidas en un entrelazado, una ubicación de la celda número 33 debe ser cambiada para desentrelazar las celdas que están entrelazadas en diagonal, usando una primera celda de una primera cabecera de bloque L1 dentro de un primer preámbulo como referencia. El combinador R1018-L1 L1\_FEC puede combinar los bloques L1 que están divididos en muchos preámbulos en un solo bloque L1 para la decodificación FEC.

Con un 1 bit adicional, el campo PLP\_type de los campos de señalización L1 que son transmitidos en un preámbulo puede tener los valores siguientes.

- PLP\_type = 00 (PLP común)
- PLP\_type = 01 (PLP de datos normal)
- PLP\_type = 10 (PLP de datos demultiplexada)
- PLP\_type = 11 (reservado)

Una PLP de datos normal representa una PLP de datos cuando un único servicio es transmitido en un solo segmento de datos. Una PLP de datos demultiplexada representa un PLP datos cuando un único servicio es demultiplexado en múltiples segmentos de datos. Cuando un usuario cambia un servicio, si la señalización L1 y la señalización L2 están almacenadas en un receptor, puede eliminarse la espera de una información de señalización L1 dentro de una trama siguiente. Por lo tanto, un receptor puede cambiar servicios de manera eficiente y un usuario puede tener el beneficio de un menor retardo durante un cambio de servicio. La Fig. 128 muestra estructuras de señal de bloque L1 que son transmitidas en un preámbulo, para un flujo de entrelazado en el tiempo y un flujo de desentrelazado en el tiempo. Tal como se ve en la Fig. 128, el entrelazado y desentrelazado puede ser realizado no solo en un ancho de banda de preámbulo completo, sino en un bloque L1 dividido.

La Fig. 125 muestra un ejemplo de un entrelazado (TI) en tiempo de segmentos de datos. El procedimiento TI supone que se conocen todas las posiciones de piloto. La TI puede emitir sólo celdas de datos, excluyendo los pilotos. El conocimiento de las posiciones de piloto permite el número correcto de celdas de salida para cada símbolo OFDM. Además, TI puede ser implementado mediante una única memoria intermedia en un receptor.

La Fig. 126 muestra un ejemplo de una implementación eficiente del desentrelazado en el tiempo en un receptor. La Fig. 126a muestra cuatro esquemas de desentrelazado diferentes según una realización de la presente

invención. La Fig. 126b muestra una única memoria intermedia que realiza el desentrelazado. La Fig. 126c muestra un esquema ejemplar para direccionar los bloques L1 en una matriz 2D o una secuencia 1D.

Tal como se muestra en la Fig. 126a-c, el uso de un único algoritmo de memoria intermedia puede ser una implementación más eficiente del desentrelazado en el tiempo. El algoritmo puede caracterizarse por la lectura de celdas de salida desde la memoria en primer lugar, a continuación, por la escritura de celdas de entrada donde se leen las celdas de salida. El direccionamiento diagonal puede ser considerado como un direccionamiento circular en cada columna.

Más específicamente, con referencia a la Fig. 126a, estos cuatro procedimientos de escritura y lectura secuencial se aplica a las tramas C2 que son recibidas en un receptor. La primera trama recibida en un receptor es escrita en la memoria del desentrelazador en la Fig. 126b en el camino del bloque 0 en la Fig. 126a y es leída en el camino al bloque 1. La segunda trama recibida es escrita en la memoria del desentrelazador en la Fig. 126b en el camino del bloque 1 y es leída en el camino del bloque 2. La tercera trama recibida es escrita en la memoria de desentrelazado en la Fig. 126b en el camino del bloque 2 y es leída en el camino del bloque 3. La cuarta trama recibida es escrita en la memoria de desentrelazado en la Fig. 126b en el camino del bloque 3 y es leída en el camino del bloque 0, y así sucesivamente. Es decir, los procedimientos de escritura y lectura en la Fig. 126a pueden ser aplicados, de forma secuencial y cíclica, a las tramas C2 que son recibidas secuencialmente.

El procedimiento de entrelazado en el tiempo (TI) puede ser realizado sobre los preámbulos, tal como se muestra en la Fig. 127. Las posiciones de piloto son eliminadas, de manera periódica y sencilla, y no se necesita entrelazado para cabecera de bloque L1. Esto es debido a que la cabecera de preámbulo presenta parámetros TI y tanto el entrelazado como el no entrelazado proporcionan los mismos resultados debido a la repetición. De esta manera, sólo se entrelazan las celdas de señalización L1. Puede aplicarse una única memoria intermedia usada en el segmento de datos TI.

La Fig. 128 muestra un flujo de entrelazado/desentrelazado en el tiempo de preámbulo. El entrelazado puede ser realizado dentro de un bloque L1, en lugar de todo el preámbulo. En un transmisor, tal como se muestra en la Fig. 128a, el bloque L1 puede ser codificado ①, a continuación, puede realizarse un entrelazado dentro del bloque L1 ②, y el bloque L1 entrelazado puede ser repetido dentro de un preámbulo. En un receptor, tal como se muestra en la Fig. 128b, desde un preámbulo ① recibido, el bloque L1 puede ser combinado o sincronizado y puede obtenerse ② un solo período de bloque L1, y el bloque de L1 combinado puede ser desentrelazado ③.

Usando los procedimientos y dispositivos sugeridos, entre otras ventajas, es posible implementar un transmisor, receptor digital eficaz y una estructura de señalización de capa física.

Transmitiendo la información ModCod en cada cabecera de trama BB necesaria para ACM/VCM y transmitiendo el resto de la señalización de capa física en una cabecera de trama, la sobrecarga de señalización puede ser minimizada.

QAM modificada puede ser implementada para una transmisión más eficiente en términos de energía o un sistema de radiodifusión digital más robusto frente al ruido. El sistema puede incluir un transmisor y un receptor para cada ejemplo descrito y sus combinaciones.

Puede implementarse una QAM no uniforme mejorada para una transmisión más eficiente en términos de energía o un sistema de radiodifusión digital más robusto frente al ruido. Se describe también un procedimiento de uso de tasa de código del código de corrección de error de NU-MQAM y MQAM. El sistema puede incluir un transmisor y un receptor para cada ejemplo descrito y sus combinaciones.

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

Será evidente para las personas con conocimientos en la materia que pueden realizarse diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de transmisión de al menos una trama de señal de radiodifusión que tiene datos de tubería de capa física, PLP, y datos de preámbulo, en el que el procedimiento comprende:

- 5 mapear los bits de los datos PLP en símbolos de datos de PLP y bits de datos de preámbulo en los símbolos de datos de preámbulo;
- 10 construir al menos un segmento de datos en base a los símbolos de datos PLP, en el que el segmento de datos es uno de entre un primer tipo de segmento de datos y un segundo tipo de segmento de datos, en el que el primer tipo de segmento de datos no tiene una cabecera de trama y el segundo tipo del segmento de datos tiene la cabecera de trama, en el que la cabecera de trama incluye parámetros de modulación y de codificación de los datos PLP;
- 15 construir una trama de señal en base a los símbolos de datos de preámbulo y los segmentos de datos; y modular la trama de señal mediante un procedimiento de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM,
- en el que los símbolos de datos de preámbulo incluyen la información de señalización L1 Capa 1, en el que la información de señalización L1 es entrelazada en el tiempo a un bloque de entrelazado en el tiempo TI L1 dentro de un bloque L1 según una profundidad de entrelazado en el tiempo, y una cabecera L1 es incluida en la parte frontal del bloque TI L1, y la cabecera L1 y el bloque TI L1 se repiten en frecuencia dentro de una menos uno de los símbolos de datos de preámbulo,
- 20 en el que la información de señalización L1 incluye información de ID de segmento de datos que identifica un segmento de datos, y en el que la profundidad de entrelazado en el tiempo es señalizada en la información de señalización L1.

2. Un procedimiento de recepción de una señal de radiodifusión, que comprende;

- 25 recibir una trama de señal en la señal de radiodifusión, en el que la trama de señal comprende símbolos de preámbulo y símbolos de datos de tubería de capa física, PLP, en el que los símbolos de preámbulo incluyen un bloque de entrelazado en el tiempo TI L1 Capa-1 al cual la información de señalización L1 es entrelazada en el tiempo dentro de un bloque L1 según una profundidad de entrelazado en el tiempo, en el que una cabecera L1 está situada en la parte frontal del bloque TI L1,
- 30 en el que la cabecera L1 y el bloque TI L1 se repiten en frecuencia dentro de una menos uno de los símbolos de datos de preámbulo, y en el que la información de señalización L1 incluye información de ID de segmento de datos que identifica el segmento de datos, y en el que la profundidad de entrelazado en el tiempo está señalada en la información de señalización L1, en el que el segmento de datos es idéntico a un grupo de símbolos de datos,
- 35 en el que el segmento de datos es uno de entre un primer tipo de segmento de datos y un segundo tipo de segmento de datos, en el que el primer tipo de segmento de datos no tiene una cabecera de trama y el segundo tipo de segmento de datos tiene la cabecera de trama, en el que la cabecera de trama incluye parámetros de modulación y codificación de los datos PLP;
- demodular la trama de señal recibida usando un procedimiento de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM;
- desmapear los símbolos de datos PLP en bits de datos PLP en la trama de señal demodulada; y
- 40 decodificar los bits de datos PLP desmapeados mediante un esquema de decodificación de verificación de paridad de baja densidad, LDPC.

3. Un aparato para transmitir al menos una de trama de señal de radiodifusión que tiene datos de tubería de capa física, PLP, y datos de preámbulo, en el que el aparato comprende:

- 45 un primer mapeador (704-0) de símbolos para mapear los bits de los datos de PLP en símbolos de datos de PLP;
- un segundo mapeador (704-L1) de símbolos para mapear los bits de los datos de preámbulo en símbolos de datos de preámbulo;

- 5 un mapeador (706-0) de segmento de datos para formar al menos un segmento de datos en base a los símbolos de datos de PLP, en el que el segmento de datos es uno de entre un primer tipo de segmento de datos y un segundo tipo de segmento de datos, en el que el primer tipo de segmento de datos no tiene una cabecera de trama y el segundo tipo de segmento de datos tiene la cabecera de trama, en el que la cabecera de trama incluye parámetros de modulación y codificación de los datos PLP;
- un formador (711) de tramas para formar una trama de señal en base a los símbolos de datos de preámbulo y los segmentos de datos; y
- un modulador (712) para modular la trama de señal mediante un procedimiento de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM,
- 10 en el que los símbolos de datos de preámbulo incluyen información de señalización, L1, Capa-1, en el que la información de señalización L1 es entrelazada en el tiempo a un bloque de entrelazado en el tiempo, TI, L1 dentro de un bloque L1 según una profundidad de entrelazado en el tiempo, y una cabecera L1 está incluida en la parte frontal del bloque TI L1, y la cabecera L1 y el bloque TI L1 se repiten en frecuencia dentro de al menos uno de los símbolos de datos de preámbulo,
- 15 en el que la información de señalización L1 incluye información de ID de segmento de datos que identifica un segmento de datos, y en el que la profundidad de entrelazado en el tiempo está señalada en la información de señalización L1-
4. Un aparato para recibir una señal de radiodifusión, que comprende;
- 20 un sintonizador (r700) para recibir una trama de señal en la señal de radiodifusión, en el que la trama de señal comprende símbolos de preámbulo y símbolos de datos de tubería de capa física, PLP, en el que los símbolos de preámbulo incluyen un bloque de entrelazado en el tiempo TI L1 Capa-1, al cual la información de señalización L1 es entrelazada en el tiempo dentro de un bloque L1 según una profundidad de entrelazado en el tiempo, en el que una cabecera L1 está situada en la parte frontal del bloque TI L1,
- 25 en el que la cabecera L1 y el bloque TI L1 se repiten en frecuencia dentro de una menos uno de los símbolos de datos de preámbulo, y
- en el que la información de señalización L1 incluye información de ID de segmento de datos que identifica el segmento de datos, y en el que la profundidad de entrelazado en el tiempo está señalada en la información de señalización L1, en el que el segmento de datos es idéntico a un grupo de símbolos de datos,
- 30 en el que el segmento de datos es uno de entre un primer tipo de segmento de datos y un segundo tipo de segmento de datos, en el que el primer tipo de segmento de datos no tiene una cabecera de trama y el segundo tipo de segmento de datos tiene la cabecera de trama, en el que la cabecera de trama incluye parámetros de modulación y de codificación de los datos PLP;
- un demodulador (r705) para demodular la trama de señal recibida mediante el uso de un procedimiento de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM);
- 35 un desmapeador (r713 - C) de símbolos para desmapear los símbolos de datos PLP en bits de datos de PLP en la trama de señal demodulada; y
- un decodificador (r715 - C) para decodificar los bits de datos PLP desmapeados mediante un esquema de decodificación de verificación de paridad de baja densidad, LDPC.

Fig. 1

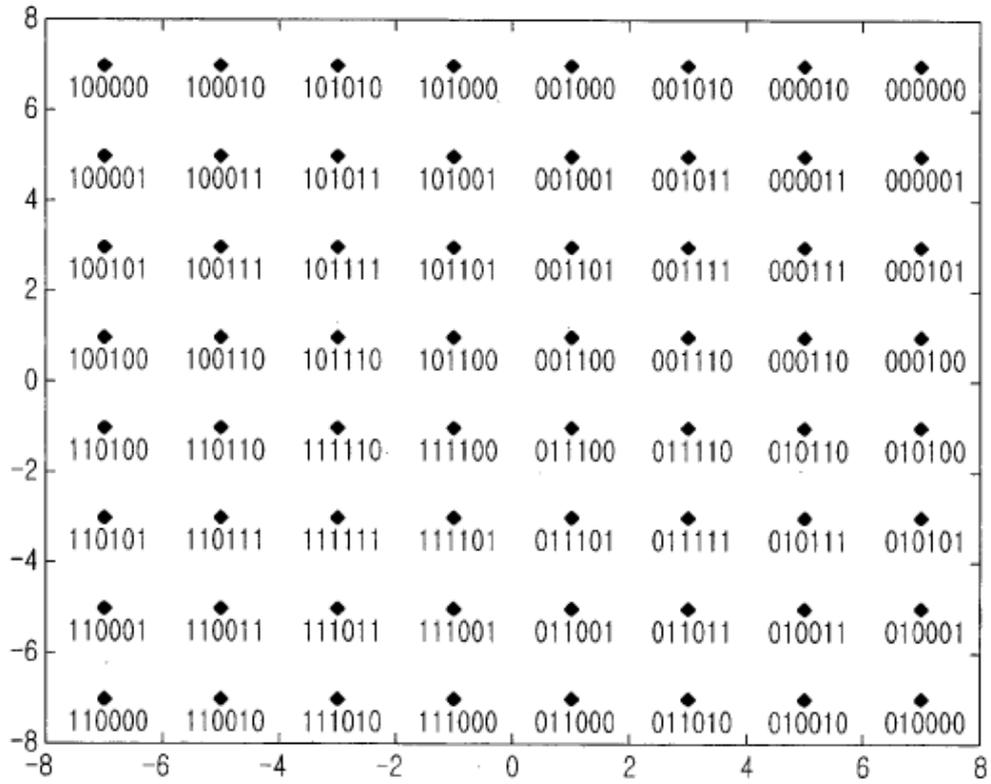


Fig. 2

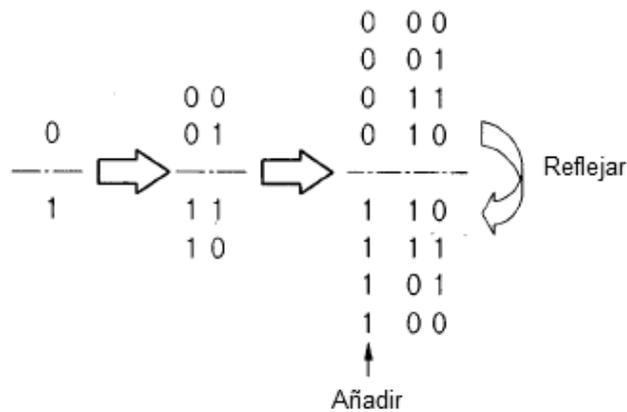


Fig. 3

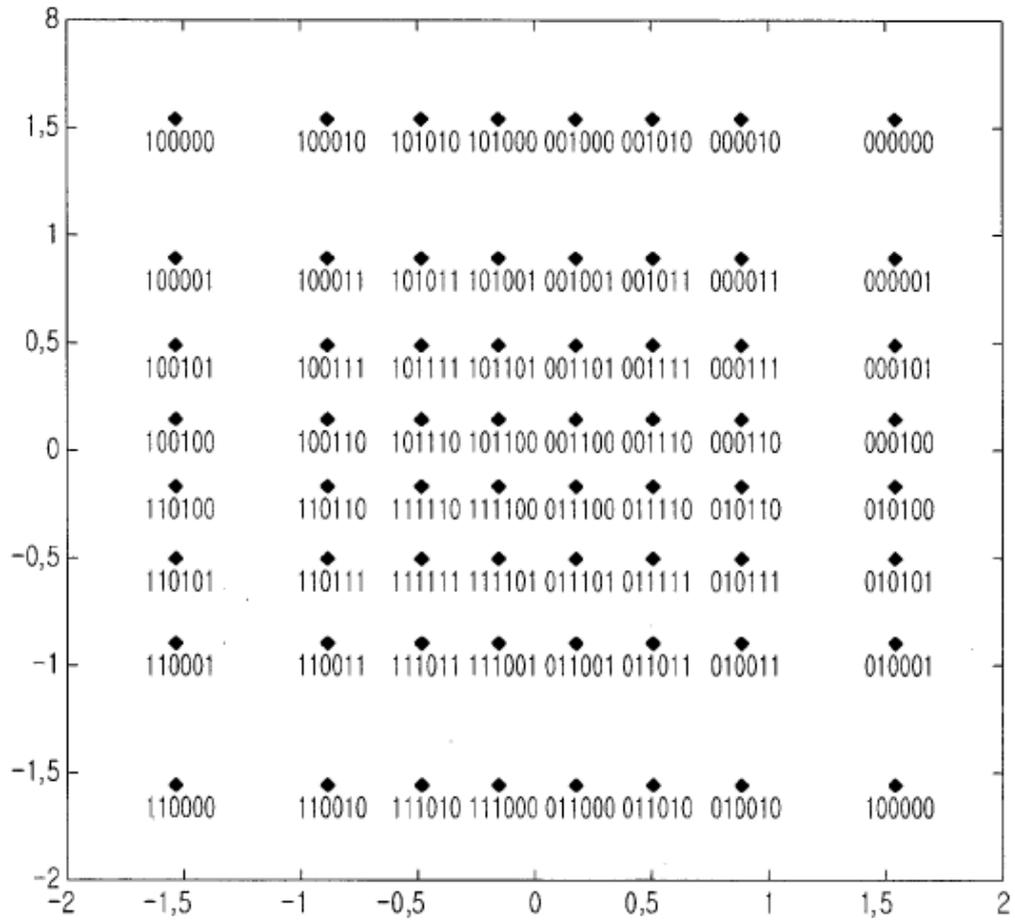


Fig. 4

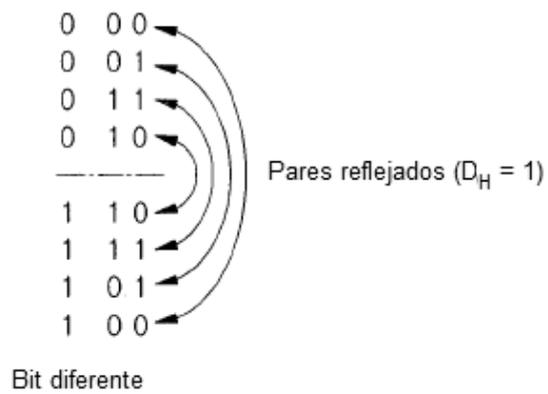


Fig. 5

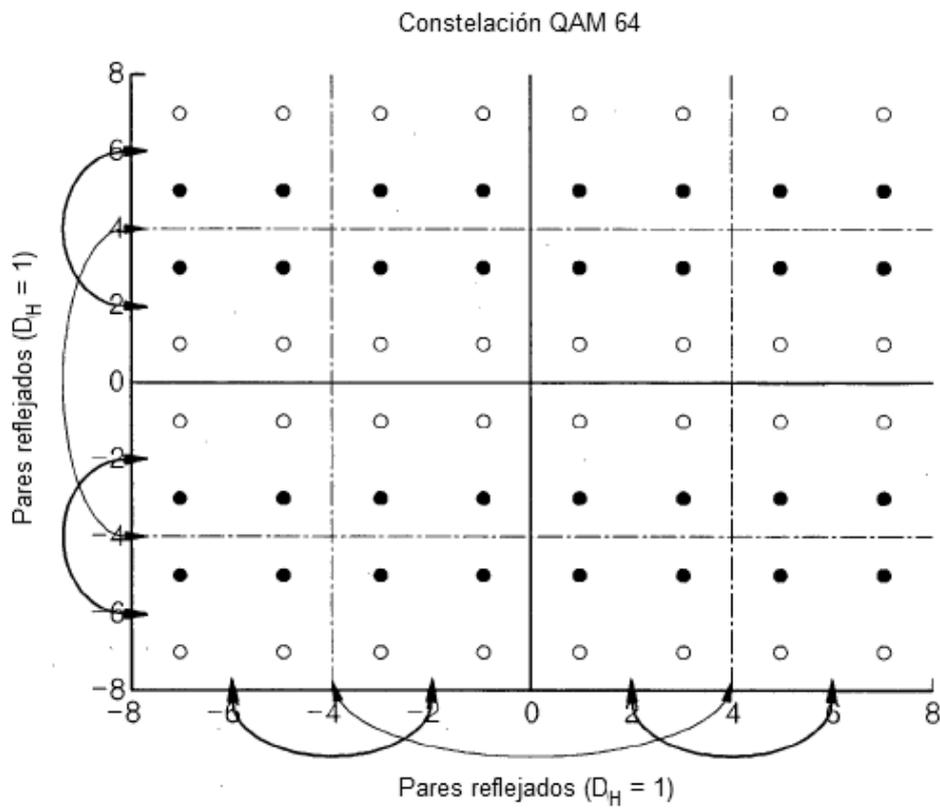
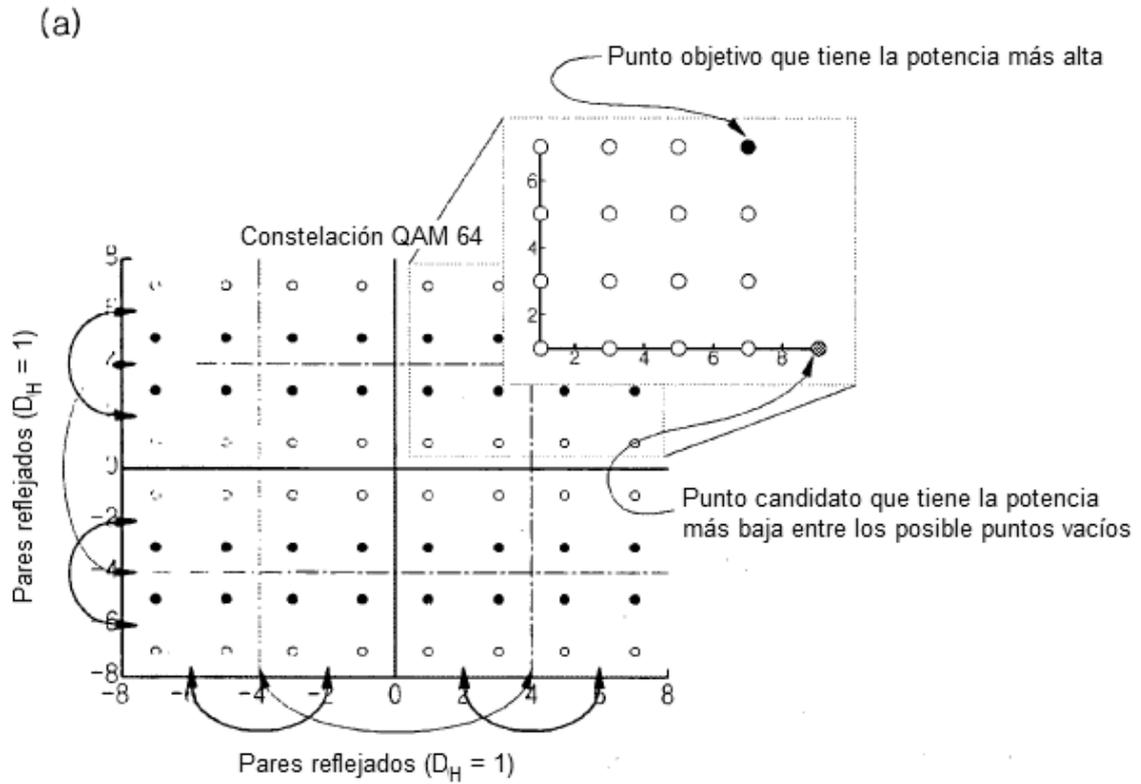


Fig. 6



(b)

\* El punto candidato es el punto vecino más cercano al par reflejado del punto objetivo

Pt: Potencia del punto objetivo  
 Pc: Potencia del punto candidato  
 Ps: Potencias de cada punto disperso

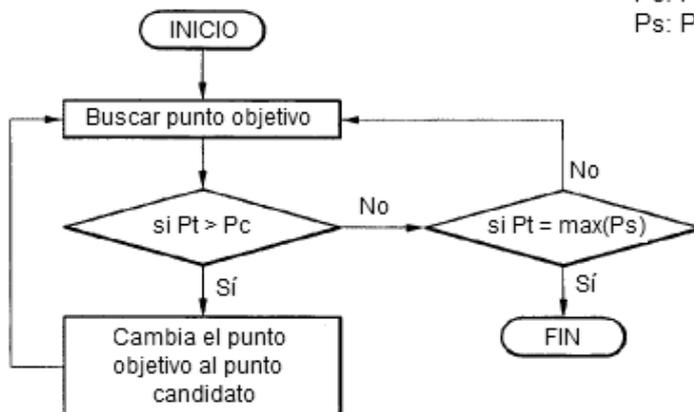


Fig. 7

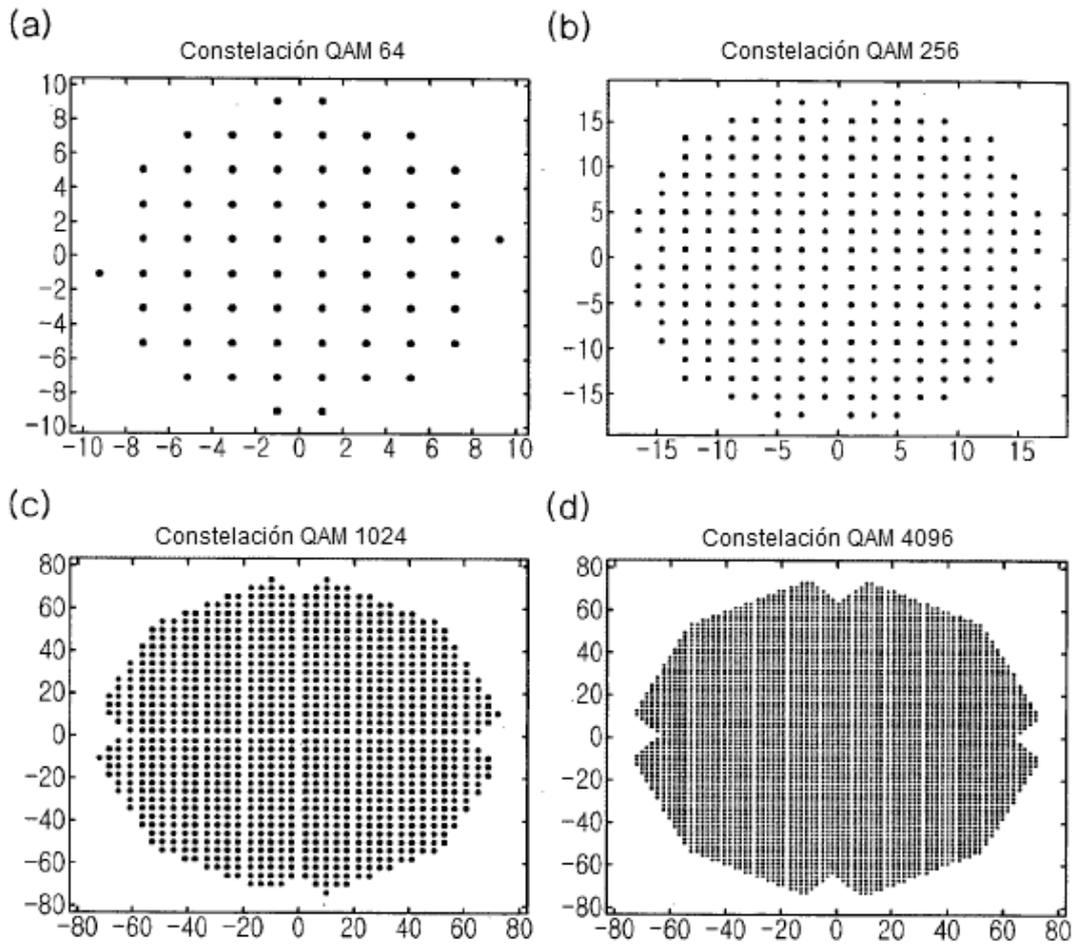


Fig. 8

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

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

Fig. 11

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

Fig. 12

0	33 + 1i	64	31 + 1i	128	1 + 31i	192	1 + 1i	256	1 - 33i	320	31 - 1i	384	1 - 31i	448	1 - 1i
1	33 + 3i	65	31 + 3i	129	1 + 29i	193	1 + 3i	257	33 - 3i	321	31 - 3i	385	1 - 29i	449	1 - 3i
2	3 + 33i	66	29 + 1i	130	3 + 31i	194	3 + 1i	258	3 - 33i	322	29 - 1i	386	3 - 31i	450	3 - 1i
3	35 + 3i	67	29 + 3i	131	3 + 29i	195	3 + 3i	259	3 - 35i	323	29 - 3i	387	3 - 29i	451	3 - 3i
4	33 + 7i	68	31 + 7i	132	1 + 25i	196	1 + 7i	260	33 - 7i	324	31 - 7i	388	1 - 25i	452	1 - 7i
5	33 + 5i	69	31 + 5i	133	1 + 27i	197	1 + 5i	261	33 - 5i	325	31 - 5i	389	1 - 27i	453	1 - 5i
6	35 + 7i	70	29 + 7i	134	3 + 25i	198	3 + 7i	262	35 - 7i	326	29 - 7i	390	3 - 25i	454	3 - 7i
7	35 + 5i	71	29 + 5i	135	3 + 27i	199	3 + 5i	263	35 - 5i	327	29 - 5i	391	3 - 27i	455	3 - 5i
8	7 + 33i	72	25 + 1i	136	7 + 31i	200	7 + 1i	264	7 - 33i	328	25 - 1i	392	7 - 31i	456	7 - 1i
9	7 + 35i	73	25 + 3i	137	7 + 29i	201	7 + 3i	265	7 - 35i	329	25 - 3i	393	7 - 29i	457	7 - 3i
10	5 + 33i	74	27 + 1i	138	5 + 31i	202	5 + 1i	266	5 - 33i	330	27 - 1i	394	5 - 31i	458	5 - 1i
11	5 + 35i	75	27 + 3i	139	5 + 29i	203	5 + 3i	267	5 - 35i	331	27 - 3i	395	5 - 29i	459	5 - 3i
12	25 + 25i	76	25 + 7i	140	7 + 25i	204	7 + 7i	268	25 - 25i	332	25 - 7i	396	7 - 25i	460	7 - 7i
13	25 + 27i	77	25 + 5i	141	7 + 27i	205	7 + 5i	269	25 - 27i	333	25 - 5i	397	7 - 27i	461	7 - 5i
14	27 + 25i	78	27 + 7i	142	5 + 25i	206	5 + 7i	270	27 - 25i	334	27 - 7i	398	5 - 25i	462	5 - 7i
15	37 + 5i	79	27 + 5i	143	5 + 27i	207	5 + 5i	271	5 - 37i	335	27 - 5i	399	5 - 27i	463	5 - 5i
16	31 + 17i	80	31 + 15i	144	1 + 17i	208	1 + 15i	272	31 - 17i	336	31 - 15i	400	1 - 17i	464	1 - 15i
17	33 + 13i	81	31 + 13i	145	1 + 19i	209	1 + 13i	273	33 - 13i	337	31 - 13i	401	1 - 19i	465	1 - 13i
18	29 + 17i	82	29 + 15i	146	3 + 17i	210	3 + 15i	274	29 - 17i	338	29 - 15i	402	3 - 17i	466	3 - 15i
19	29 + 19i	83	29 + 13i	147	3 + 19i	211	3 + 13i	275	29 - 19i	339	29 - 13i	403	3 - 19i	467	3 - 13i
20	33 + 9i	84	31 + 9i	148	1 + 23i	212	1 + 9i	276	33 - 9i	340	31 - 9i	404	1 - 23i	468	1 - 9i
21	33 + 11i	85	31 + 11i	149	1 + 21i	213	1 + 11i	277	33 - 11i	341	31 - 11i	405	1 - 21i	469	1 - 11i
22	35 + 9i	86	29 + 9i	150	3 + 23i	214	3 + 9i	278	35 - 9i	342	29 - 9i	406	3 - 23i	470	3 - 9i
23	29 + 21i	87	29 + 11i	151	3 + 21i	215	3 + 11i	279	29 - 21i	343	29 - 11i	407	3 - 21i	471	3 - 11i
24	25 + 17i	88	25 + 15i	152	7 + 17i	216	7 + 15i	280	25 - 17i	344	25 - 15i	408	7 - 17i	472	7 - 15i
25	25 + 19i	89	25 + 13i	153	7 + 19i	217	7 + 13i	281	25 - 19i	345	25 - 13i	409	7 - 19i	473	7 - 13i
26	27 + 17i	90	27 + 15i	154	5 + 17i	218	5 + 15i	282	27 - 17i	346	27 - 15i	410	5 - 17i	474	5 - 15i
27	27 + 19i	91	27 + 13i	155	5 + 19i	219	5 + 13i	283	27 - 19i	347	27 - 13i	411	5 - 19i	475	5 - 13i
28	25 + 23i	92	25 + 9i	156	7 + 23i	220	7 + 9i	284	25 - 23i	348	25 - 9i	412	7 - 23i	476	7 - 9i
29	25 + 21i	93	25 + 11i	157	7 + 21i	221	7 + 11i	285	25 - 21i	349	25 - 11i	413	7 - 21i	477	7 - 11i
30	27 + 23i	94	27 + 9i	158	5 + 23i	222	5 + 9i	286	27 - 23i	350	27 - 9i	414	5 - 23i	478	5 - 9i

Fig. 13

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

Fig. 14

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. 15

Valor	Dispersión														
0	65 + 11	64	63 + 33i	128	33 + 63i	192	33 + 33i	256	63 + 11	320	63 + 21i	384	33 + 11	448	33 + 31i
1	65 + 3i	65	65 + 29i	129	33 + 61i	193	33 + 35i	257	63 + 3i	321	61 + 25i	385	33 + 3i	449	33 + 29i
2	3 + 65i	66	61 + 33i	130	29 + 65i	194	35 + 33i	258	61 + 1	322	61 + 21i	396	35 + 1i	450	35 + 31i
3	67 + 3i	67	61 + 35i	131	35 + 61i	195	35 + 35	259	61 + 3	323	61 + 27i	387	35 + 3i	451	35 + 29i
4	65 + 7i	68	65 + 25i	132	33 + 57i	196	33 + 32	250	62 + 1	324	62 + 25i	388	33 + 7i	452	33 + 25i
5	65 + 5i	69	65 + 27i	133	33 + 59i	197	33 + 37i	261	63 + 5	325	63 + 27i	389	33 + 5i	453	33 + 27i
6	67 + 7i	70	67 + 25i	134	35 + 57i	198	35 + 39i	262	61 + 7i	326	61 + 25i	390	35 + 7i	454	35 + 25i
7	67 + 5i	71	61 + 37i	135	35 + 59i	199	35 + 37i	263	61 + 5i	327	61 + 27i	391	35 + 5i	455	35 + 27i
8	7 + 65i	72	57 + 33i	136	25 + 65i	200	39 + 33i	264	57 + 1i	328	57 + 31i	392	39 + 1i	456	39 + 31i
9	7 + 67i	73	57 + 35i	137	25 + 67i	201	39 + 35i	265	57 + 3i	329	57 + 29i	393	39 + 3i	457	39 + 29i
10	5 + 65i	74	59 + 33i	138	27 + 65i	202	37 + 33i	266	59 + 1i	330	59 + 31i	394	37 + 1i	458	37 + 31i
11	5 + 67i	75	59 + 35i	139	37 + 61i	203	37 + 35i	267	59 + 3i	331	59 + 29i	395	37 + 3i	459	37 + 29i
12	71 + 7i	76	57 + 39i	140	39 + 57i	204	39 + 39i	268	57 + 7i	332	57 + 25i	396	39 + 7i	460	39 + 25i
13	7 + 69i	77	57 + 37i	141	39 + 59i	205	39 + 37i	269	57 + 5i	333	57 + 27i	397	39 + 5i	461	39 + 27i
14	69 + 7i	78	59 + 39i	142	37 + 57i	206	37 + 39i	270	59 + 7i	334	59 + 25i	398	37 + 7i	462	37 + 25i
15	69 + 5i	79	59 + 37i	143	37 + 59i	207	37 + 37i	271	59 + 5i	335	59 + 27i	399	37 + 5i	463	37 + 27i
16	65 + 15i	80	65 + 17i	144	33 + 49i	208	33 + 47i	272	63 + 15i	336	63 + 17i	400	33 + 15i	464	33 + 17i
17	65 + 13i	81	65 + 19i	145	33 + 51i	209	33 + 45i	273	63 + 13i	337	63 + 19i	401	33 + 13i	465	33 + 19i
18	67 + 15i	82	67 + 17i	146	35 + 49i	210	35 + 47i	274	61 + 15i	338	61 + 17i	402	35 + 15i	466	35 + 17i
19	67 + 13i	83	67 + 19i	147	35 + 51i	211	35 + 45i	275	61 + 13i	339	61 + 19i	403	35 + 13i	467	35 + 19i
20	65 + 9i	84	65 + 23i	148	33 + 55i	212	33 + 41i	276	63 + 9i	340	63 + 23i	404	33 + 9i	468	33 + 23i
21	65 + 11i	85	65 + 21i	149	33 + 53i	213	33 + 43i	277	63 + 11i	341	63 + 21i	405	33 + 11i	469	33 + 21i
22	67 + 9i	86	67 + 23i	150	35 + 55i	214	35 + 41i	278	61 + 9i	342	61 + 23i	406	35 + 9i	470	35 + 23i
23	67 + 11i	87	67 + 21i	151	35 + 53i	215	35 + 43i	279	61 + 11i	343	61 + 21i	407	35 + 11i	471	35 + 21i
24	71 + 15i	88	71 + 17i	152	39 + 49i	216	39 + 47i	280	57 + 15i	344	57 + 17i	408	39 + 15i	472	39 + 17i
25	71 + 13i	89	57 + 45i	153	39 + 51i	217	39 + 45i	281	57 + 13i	345	57 + 19i	409	39 + 13i	473	39 + 19i
26	69 + 15i	90	69 + 17i	154	37 + 49i	218	37 + 47i	282	59 + 15i	346	59 + 17i	410	37 + 15i	474	37 + 17i
27	69 + 13i	91	69 + 19i	155	37 + 51i	219	37 + 45i	283	59 + 13i	347	59 + 19i	411	37 + 13i	475	37 + 19i
28	71 + 9i	92	57 + 41i	156	39 + 55i	220	39 + 41i	284	57 + 9i	348	57 + 23i	412	39 + 9i	476	39 + 23i
29	71 + 11i	93	57 + 43i	157	39 + 53i	221	39 + 43i	285	57 + 11i	349	57 + 21i	413	39 + 11i	477	39 + 21i
30	69 + 9i	94	59 + 41i	158	37 + 55i	222	37 + 41i	286	59 + 9i	350	59 + 23i	414	37 + 9i	478	37 + 23i

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	288	49 + 11i	352	49 + 31i	416	47 + 11i	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 + 11i	354	51 + 31i	418	45 + 11i	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 + 11i	360	55 + 31i	424	41 + 11i	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 + 11i	362	53 + 31i	426	43 + 11i	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 + 53i	116	49 + 41i	180	47 + 53i	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	159	37 + 53i	223	37 + 43i	287	59 + 11i	351	59 + 21i	415	37 + 11i	479	37 + 21i
32	15 + 65i	160	17 + 65i	224	47 + 33i	288	49 + 11i	352	49 + 31i	416	47 + 11i	480	47 + 31i
33	15 + 67i	161	17 + 67i	225	47 + 35i	289	49 + 3i	353	49 + 29i	417	47 + 3i	481	47 + 29i
34	13 + 65i	162	19 + 65i	226	45 + 33i	290	51 + 11i	354	51 + 31i	418	45 + 11i	482	45 + 31i
35	13 + 67i	163	19 + 67i	227	45 + 35i	291	51 + 3i	355	51 + 29i	419	45 + 3i	483	45 + 29i
36	15 + 71i	164	17 + 71i	228	47 + 39i	292	49 + 7i	356	49 + 25i	420	47 + 7i	484	47 + 25i
37	15 + 69i	165	17 + 69i	229	47 + 37i	293	49 + 5i	357	49 + 27i	421	47 + 5i	485	47 + 27i
38	13 + 71i	166	45 + 57i	230	45 + 39i	294	51 + 7i	358	51 + 25i	422	45 + 7i	486	45 + 25i
39	13 + 69i	167	19 + 69i	231	45 + 37i	295	51 + 5i	359	51 + 27i	423	45 + 5i	487	45 + 27i
40	9 + 65i	168	23 + 65i	232	41 + 33i	296	55 + 11i	360	55 + 31i	424	41 + 11i	488	41 + 31i
41	9 + 67i	169	23 + 67i	233	41 + 35i	297	55 + 3i	361	55 + 29i	425	41 + 3i	489	41 + 29i
42	11 + 65i	170	21 + 65i	234	43 + 33i	298	53 + 11i	362	53 + 31i	426	43 + 11i	490	43 + 31i
43	11 + 67i	171	21 + 67i	235	43 + 35i	299	53 + 3i	363	53 + 29i	427	43 + 3i	491	43 + 29i
44	9 + 71i	172	41 + 57i	236	41 + 39i	300	55 + 7i	364	55 + 25i	428	41 + 7i	492	41 + 25i
45	9 + 69i	173	41 + 59i	237	41 + 37i	301	55 + 5i	365	55 + 27i	429	41 + 5i	493	41 + 27i
46	11 + 71i	174	43 + 57i	238	43 + 39i	302	53 + 7i	366	53 + 25i	430	43 + 7i	494	43 + 25i
47	11 + 69i	175	21 + 69i	239	43 + 37i	303	53 + 5i	367	53 + 27i	431	43 + 5i	495	43 + 27i
48	49 + 49i	176	47 + 49i	240	47 + 47i	304	49 + 15i	368	49 + 17i	432	47 + 15i	496	47 + 17i
49	49 + 51i	177	47 + 51i	241	47 + 45i	305	49 + 13i	369	49 + 19i	433	47 + 13i	497	47 + 19i
50	51 + 49i	178	45 + 49i	242	45 + 47i	306	51 + 15i	370	51 + 17i	434	45 + 15i	498	45 + 17i
51	51 + 51i	179	45 + 51i	243	45 + 45i	307	51 + 13i	371	51 + 19i	435	45 + 13i	499	45 + 19i
52	49 + 55i	180	47 + 55i	244	47 + 41i	308	49 + 9i	372	49 + 23i	436	47 + 9i	500	47 + 23i
53	49 + 53i	181	47 + 53i	245	47 + 43i	309	49 + 11i	373	49 + 21i	437	47 + 11i	501	47 + 21i
54	13 + 73i	182	45 + 55i	246	45 + 41i	310	51 + 9i	374	51 + 23i	438	45 + 9i	502	45 + 23i
55	51 + 53i	183	45 + 53i	247	45 + 43i	311	51 + 11i	375	51 + 21i	439	45 + 11i	503	45 + 21i
56	55 + 49i	184	41 + 49i	248	41 + 47i	312	55 + 15i	376	55 + 17i	440	41 + 15i	504	41 + 17i
57	73 + 13i	185	41 + 51i	249	41 + 45i	313	55 + 13i	377	55 + 19i	441	41 + 13i	505	41 + 19i
58	53 + 49i	186	43 + 49i	250	43 + 47i	314	53 + 15i	378	53 + 17i	442	43 + 15i	506	43 + 17i
59	53 + 51i	187	43 + 51i	251	43 + 45i	315	53 + 13i	379	53 + 19i	443	43 + 13i	507	43 + 19i
60	73 + 9i	188	41 + 55i	252	41 + 41i	316	55 + 9i	380	55 + 23i	444	41 + 9i	508	41 + 23i
61	73 + 11i	189	41 + 53i	253	41 + 43i	317	55 + 11i	381	55 + 21i	445	41 + 11i	509	41 + 21i
62	11 + 73i	190	43 + 55i	254	43 + 41i	318	53 + 9i	382	53 + 23i	446	43 + 9i	510	43 + 23i
63	53 + 53i	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	569	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 + 27i	932	17 + 7i	996	17 + 27i
549	15 + 59i	613	15 + 37i	677	17 + 59i	741	17 + 37i	805	15 + 5i	869	15 + 25i	933	17 + 5i	997	17 + 25i
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. 20

Valor	Dispersión														
1024	1 - 65i	1088	63 - 33i	1152	33 - 63i	1216	33 - 33i	1280	63 - 11i	1344	63 - 31i	1408	33 - 11i	1472	33 - 31i
1025	65 - 3i	1089	65 - 29i	1153	33 - 61i	1217	33 - 35i	1281	63 - 3i	1345	63 - 29i	1409	33 - 3i	1473	33 - 29i
1026	3 - 65i	1090	61 - 33i	1154	29 - 65i	1218	35 - 33i	1282	61 - 11i	1346	61 - 31i	1410	35 - 11i	1474	35 - 31i
1027	3 - 67i	1091	61 - 35i	1155	35 - 61i	1219	35 - 35i	1283	61 - 3i	1347	61 - 29i	1411	35 - 3i	1475	35 - 29i
1028	65 - 7i	1092	65 - 25i	1156	33 - 57i	1220	33 - 39i	1284	63 - 7i	1348	63 - 25i	1412	33 - 7i	1476	33 - 25i
1029	65 - 5i	1093	65 - 27i	1157	33 - 59i	1221	33 - 37i	1285	63 - 5i	1349	63 - 27i	1413	33 - 5i	1477	33 - 27i
1030	67 - 7i	1094	67 - 25i	1158	35 - 57i	1222	35 - 39i	1286	61 - 7i	1350	61 - 25i	1414	35 - 7i	1478	35 - 25i
1031	67 - 5i	1095	61 - 37i	1159	35 - 59i	1223	35 - 37i	1287	61 - 5i	1351	61 - 27i	1415	35 - 5i	1479	35 - 27i
1032	7 - 65i	1096	57 - 33i	1160	25 - 65i	1224	39 - 33i	1288	57 - 11i	1352	57 - 31i	1416	39 - 11i	1480	39 - 31i
1033	7 - 67i	1097	57 - 35i	1161	25 - 67i	1225	39 - 35i	1289	57 - 3i	1353	57 - 29i	1417	39 - 3i	1481	39 - 29i
1034	5 - 65i	1098	59 - 33i	1162	27 - 65i	1226	37 - 33i	1290	59 - 11i	1354	59 - 31i	1418	37 - 11i	1482	37 - 31i
1035	5 - 67i	1099	59 - 35i	1163	37 - 61i	1227	37 - 35i	1291	59 - 3i	1355	59 - 29i	1419	37 - 3i	1483	37 - 29i
1036	7 - 71i	1100	57 - 39i	1164	39 - 57i	1228	39 - 39i	1292	57 - 7i	1356	57 - 25i	1420	39 - 7i	1484	39 - 25i
1037	7 - 69i	1101	57 - 37i	1165	39 - 59i	1229	39 - 37i	1293	57 - 5i	1357	57 - 27i	1421	39 - 5i	1485	39 - 27i
1038	69 - 7i	1102	59 - 39i	1166	37 - 57i	1230	37 - 39i	1294	59 - 7i	1358	59 - 25i	1422	37 - 7i	1486	37 - 25i
1039	5 - 69i	1103	59 - 37i	1167	37 - 59i	1231	37 - 37i	1295	59 - 5i	1359	59 - 27i	1423	37 - 5i	1487	37 - 27i
1040	65 - 15i	1104	65 - 17i	1168	33 - 49i	1232	33 - 47i	1296	63 - 15i	1360	63 - 17i	1424	33 - 15i	1488	33 - 17i
1041	65 - 13i	1105	65 - 19i	1169	33 - 51i	1233	33 - 45i	1297	63 - 13i	1361	63 - 19i	1425	33 - 13i	1489	33 - 19i
1042	67 - 15i	1106	67 - 17i	1170	35 - 49i	1234	35 - 47i	1298	61 - 15i	1362	61 - 17i	1426	35 - 15i	1490	35 - 17i
1043	67 - 13i	1107	67 - 19i	1171	35 - 51i	1235	35 - 45i	1299	61 - 13i	1363	61 - 19i	1427	35 - 13i	1491	35 - 19i
1044	65 - 9i	1108	65 - 23i	1172	33 - 55i	1236	33 - 41i	1300	63 - 9i	1364	63 - 23i	1428	33 - 9i	1492	33 - 23i
1045	65 - 11i	1109	65 - 21i	1173	33 - 53i	1237	33 - 43i	1301	63 - 11i	1365	63 - 21i	1429	33 - 11i	1493	33 - 21i
1046	67 - 9i	1110	67 - 23i	1174	35 - 55i	1238	35 - 41i	1302	61 - 9i	1366	61 - 23i	1430	35 - 9i	1494	35 - 23i
1047	67 - 11i	1111	67 - 21i	1175	35 - 53i	1239	35 - 43i	1303	61 - 11i	1367	61 - 21i	1431	35 - 11i	1495	35 - 21i
1048	71 - 15i	1112	71 - 17i	1176	39 - 49i	1240	39 - 47i	1304	57 - 15i	1368	57 - 17i	1432	39 - 15i	1496	39 - 17i
1049	71 - 13i	1113	57 - 45i	1177	39 - 51i	1241	39 - 45i	1305	57 - 13i	1369	57 - 19i	1433	39 - 13i	1497	39 - 19i
1050	69 - 15i	1114	69 - 17i	1178	37 - 49i	1242	37 - 47i	1306	59 - 15i	1370	59 - 17i	1434	37 - 15i	1498	37 - 17i
1051	69 - 13i	1115	69 - 19i	1179	37 - 51i	1243	37 - 45i	1307	59 - 13i	1371	59 - 19i	1435	37 - 13i	1499	37 - 19i
1052	71 - 9i	1116	57 - 41i	1180	39 - 55i	1244	39 - 41i	1308	57 - 9i	1372	57 - 23i	1436	39 - 9i	1500	39 - 23i
1053	71 - 11i	1117	57 - 43i	1181	39 - 53i	1245	39 - 43i	1309	57 - 11i	1373	57 - 21i	1437	39 - 11i	1501	39 - 21i
1054	69 - 9i	1118	59 - 41i	1182	37 - 55i	1246	37 - 41i	1310	59 - 9i	1374	59 - 23i	1438	37 - 9i	1502	37 - 23i
1055	69 - 11i	1119	69 - 21i	1183	37 - 53i	1247	37 - 43i	1311	59 - 11i	1375	59 - 21i	1439	37 - 11i	1503	37 - 21i

Fig. 21

1056	15 - 65i	1120	49 - 33i	1184	17 - 65i	1248	47 - 33i	1312	49 - 11i	1376	49 - 31i	1440	47 - 11i	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 - 11i	1378	51 - 31i	1442	45 - 11i	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 - 11i	1394	55 - 31i	1448	41 - 11i	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 - 11i	1386	53 - 31i	1450	43 - 11i	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. 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 - 23i	1964	23 - 7i	2028	23 - 23i
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	-45 + 57i	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	-41 + 57i	2284	-41 + 39i	2348	-55 + 7i	2412	-55 + 25i	2476	-41 + 7i	2540	-41 + 25i
2093	-9 + 69i	2157	-55 + 37i	2221	-41 + 59i	2285	-41 + 37i	2349	-55 + 5i	2413	-55 + 27i	2477	-41 + 5i	2541	-41 + 27i
2094	-11 + 71i	2158	-53 + 39i	2222	-43 + 57i	2286	-43 + 39i	2350	-53 + 7i	2414	-53 + 25i	2478	-43 + 7i	2542	-43 + 25i
2095	-11 + 69i	2159	-53 + 37i	2223	-21 + 69i	2287	-43 + 37i	2351	-53 + 5i	2415	-53 + 27i	2479	-43 + 5i	2543	-43 + 27i
2096	-49 + 49i	2160	-49 + 47i	2224	-47 + 49i	2288	-47 + 47i	2352	-49 + 15i	2416	-49 + 17i	2480	-47 + 15i	2544	-47 + 17i
2097	-49 + 51i	2161	-49 + 45i	2225	-47 + 51i	2289	-47 + 45i	2353	-49 + 13i	2417	-49 + 19i	2481	-47 + 13i	2545	-47 + 19i
2098	-51 + 49i	2162	-51 + 47i	2226	-45 + 49i	2290	-45 + 47i	2354	-51 + 15i	2418	-51 + 17i	2482	-45 + 15i	2546	-45 + 17i
2099	-51 + 51i	2163	-51 + 45i	2227	-45 + 51i	2291	-45 + 45i	2355	-51 + 13i	2419	-51 + 19i	2483	-45 + 13i	2547	-45 + 19i
2100	-49 + 55i	2164	-49 + 41i	2228	-47 + 55i	2292	-47 + 41i	2356	-49 + 9i	2420	-49 + 23i	2484	-47 + 9i	2548	-47 + 23i
2101	-49 + 53i	2165	-49 + 43i	2229	-47 + 53i	2293	-47 + 43i	2357	-49 + 11i	2421	-49 + 21i	2485	-47 + 11i	2549	-47 + 21i
2102	-13 + 73i	2166	-51 + 41i	2230	-45 + 55i	2294	-45 + 41i	2358	-51 + 9i	2422	-51 + 23i	2486	-45 + 9i	2550	-45 + 23i
2103	-51 + 53i	2167	-51 + 43i	2231	-45 + 53i	2295	-45 + 43i	2359	-51 + 11i	2423	-51 + 21i	2487	-45 + 11i	2551	-45 + 21i
2104	-55 + 49i	2168	-55 + 47i	2232	-41 + 49i	2296	-41 + 47i	2360	-55 + 15i	2424	-55 + 17i	2488	-41 + 15i	2552	-41 + 17i
2105	-73 + 13i	2169	-55 + 45i	2233	-41 + 51i	2297	-41 + 45i	2361	-55 + 13i	2425	-55 + 19i	2489	-41 + 13i	2553	-41 + 19i
2106	-53 + 49i	2170	-53 + 47i	2234	-43 + 49i	2298	-43 + 47i	2362	-53 + 15i	2426	-53 + 17i	2490	-43 + 15i	2554	-43 + 17i
2107	-53 + 51i	2171	-53 + 45i	2235	-43 + 51i	2299	-43 + 45i	2363	-53 + 13i	2427	-53 + 19i	2491	-43 + 13i	2555	-43 + 19i
2108	-9 + 73i	2172	-55 + 41i	2236	-41 + 55i	2300	-41 + 41i	2364	-55 + 9i	2428	-55 + 23i	2492	-41 + 9i	2556	-41 + 23i
2109	-73 + 11i	2173	-55 + 43i	2237	-41 + 53i	2301	-41 + 43i	2365	-55 + 11i	2429	-55 + 21i	2493	-41 + 11i	2557	-41 + 21i
2110	-11 + 73i	2174	-53 + 41i	2238	-43 + 55i	2302	-43 + 41i	2366	-53 + 9i	2430	-53 + 23i	2494	-43 + 9i	2558	-43 + 23i
2111	-53 + 53i	2175	-53 + 43i	2239	-43 + 53i	2303	-43 + 43i	2367	-53 + 11i	2431	-53 + 21i	2495	-43 + 11i	2559	-43 + 21i

Fig. 26

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 + 55i	2644	-1 + 41i	2708	-31 + 55i	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 + 53	2655	-5 + 43	2739	-27 + 53	2783	-27 + 43	2847	-5 + 11	2911	-5 + 21	2975	-27 + 11	3039	-27 + 21
2592	-15 + 63	2656	-15 + 33	2720	-17 + 63	2784	-17 + 33	2848	-15 + 11	2912	-15 + 31	2976	-17 + 11	3040	-17 + 31
2593	-15 + 61	2657	-15 + 35	2721	-17 + 61	2785	-17 + 35	2849	-15 + 3	2913	-15 + 29	2977	-17 + 3	3041	-17 + 29
2594	-13 + 63	2658	-13 + 33	2722	-19 + 63	2786	-19 + 33	2850	-13 + 1	2914	-13 + 31	2978	-19 + 1	3042	-19 + 31
2595	-13 + 61	2659	-13 + 35	2723	-19 + 61	2787	-19 + 35	2851	-13 + 3	2915	-13 + 29	2979	-19 + 3	3043	-19 + 29
2596	-15 + 57	2660	-15 + 39	2724	-17 + 57	2788	-17 + 39	2852	-15 + 7	2916	-15 + 25	2980	-17 + 7	3044	-17 + 25
2597	-15 + 59	2661	-15 + 37	2725	-17 + 59	2789	-17 + 37	2853	-15 + 5	2917	-15 + 27	2981	-17 + 5	3045	-17 + 27
2598	-13 + 57	2662	-13 + 39	2726	-19 + 57	2790	-19 + 39	2854	-13 + 7	2918	-13 + 25	2982	-19 + 7	3046	-19 + 25
2599	-13 + 59	2663	-13 + 37	2727	-19 + 59	2791	-19 + 37	2855	-13 + 5	2919	-13 + 27	2983	-19 + 5	3047	-19 + 27
2600	-9 + 63	2664	-9 + 33	2728	-23 + 63	2792	-23 + 33	2856	-9 + 1	2920	-9 + 31	2984	-23 + 1	3048	-23 + 31
2601	-9 + 61	2665	-9 + 35	2729	-23 + 61	2793	-23 + 35	2857	-9 + 3	2921	-9 + 29	2985	-23 + 3	3049	-23 + 29
2602	-11 + 63	2666	-11 + 33	2730	-21 + 63	2794	-21 + 33	2858	-11 + 1	2922	-11 + 31	2986	-21 + 1	3050	-21 + 31
2603	-11 + 61	2667	-11 + 35	2731	-21 + 61	2795	-21 + 35	2859	-11 + 3	2923	-11 + 29	2987	-21 + 3	3051	-21 + 29
2604	-9 + 57	2668	-9 + 39	2732	-23 + 57	2796	-23 + 39	2860	-9 + 7	2924	-9 + 25	2988	-23 + 7	3052	-23 + 25
2605	-9 + 59	2669	-9 + 37	2733	-23 + 59	2797	-23 + 37	2861	-9 + 5	2925	-9 + 27	2989	-23 + 5	3053	-23 + 27
2606	-11 + 57	2670	-11 + 39	2734	-21 + 57	2798	-21 + 39	2862	-11 + 7	2926	-11 + 25	2990	-21 + 7	3054	-21 + 25
2607	-11 + 59	2671	-11 + 37	2735	-21 + 59	2799	-21 + 37	2863	-11 + 5	2927	-11 + 27	2991	-21 + 5	3055	-21 + 27
2608	-15 + 49	2672	-15 + 47	2736	-17 + 49	2800	-17 + 47	2864	-15 + 15	2928	-15 + 17	2992	-17 + 15	3056	-17 + 17
2609	-15 + 51	2673	-15 + 45	2737	-17 + 51	2801	-17 + 45	2865	-15 + 13	2929	-15 + 19	2993	-17 + 13	3057	-17 + 19
2610	-13 + 49	2674	-13 + 47	2738	-19 + 49	2802	-19 + 47	2866	-13 + 15	2930	-13 + 17	2994	-19 + 15	3058	-19 + 17
2611	-13 + 51	2675	-13 + 45	2739	-19 + 51	2803	-19 + 45	2867	-13 + 13	2931	-13 + 19	2995	-19 + 13	3059	-19 + 19
2612	-15 + 55	2676	-15 + 41	2740	-17 + 55	2804	-17 + 41	2868	-15 + 9	2932	-15 + 23	2996	-17 + 9	3060	-17 + 23
2613	-15 + 53	2677	-15 + 43	2741	-17 + 53	2805	-17 + 43	2869	-15 + 11	2933	-15 + 21	2997	-17 + 11	3061	-17 + 21
2614	-13 + 55	2678	-13 + 41	2742	-19 + 55	2806	-19 + 41	2870	-13 + 9	2934	-13 + 23	2998	-19 + 9	3062	-19 + 23
2615	-13 + 53	2679	-13 + 43	2743	-19 + 53	2807	-19 + 43	2871	-13 + 11	2935	-13 + 21	2999	-19 + 11	3063	-19 + 21
2616	-9 + 49	2680	-9 + 47	2744	-23 + 49	2808	-23 + 47	2872	-9 + 15	2936	-9 + 17	3000	-23 + 15	3064	-23 + 17
2617	-9 + 51	2681	-9 + 45	2745	-23 + 51	2809	-23 + 45	2873	-9 + 13	2937	-9 + 19	3001	-23 + 13	3065	-23 + 19
2618	-11 + 49	2682	-11 + 47	2746	-21 + 49	2810	-21 + 47	2874	-11 + 15	2938	-11 + 17	3002	-21 + 15	3066	-21 + 17
2619	-11 + 51	2683	-11 + 45	2747	-21 + 51	2811	-21 + 45	2875	-11 + 13	2939	-11 + 19	3003	-21 + 13	3067	-21 + 19
2620	-9 + 55	2684	-9 + 41	2748	-23 + 55	2812	-23 + 41	2876	-9 + 9	2940	-9 + 23	3004	-23 + 9	3068	-23 + 23
2621	-9 + 53	2685	-9 + 43	2749	-23 + 53	2813	-23 + 43	2877	-9 + 11	2941	-9 + 21	3005	-23 + 11	3069	-23 + 21
2622	-11 + 55	2686	-11 + 41	2750	-21 + 55	2814	-21 + 41	2878	-11 + 9	2942	-11 + 23	3006	-21 + 9	3070	-21 + 23
2623	-11 + 53	2687	-11 + 43	2751	-21 + 53	2815	-21 + 43	2879	-11 + 11	2943	-11 + 21	3007	-21 + 11	3071	-21 + 21



Fig. 29

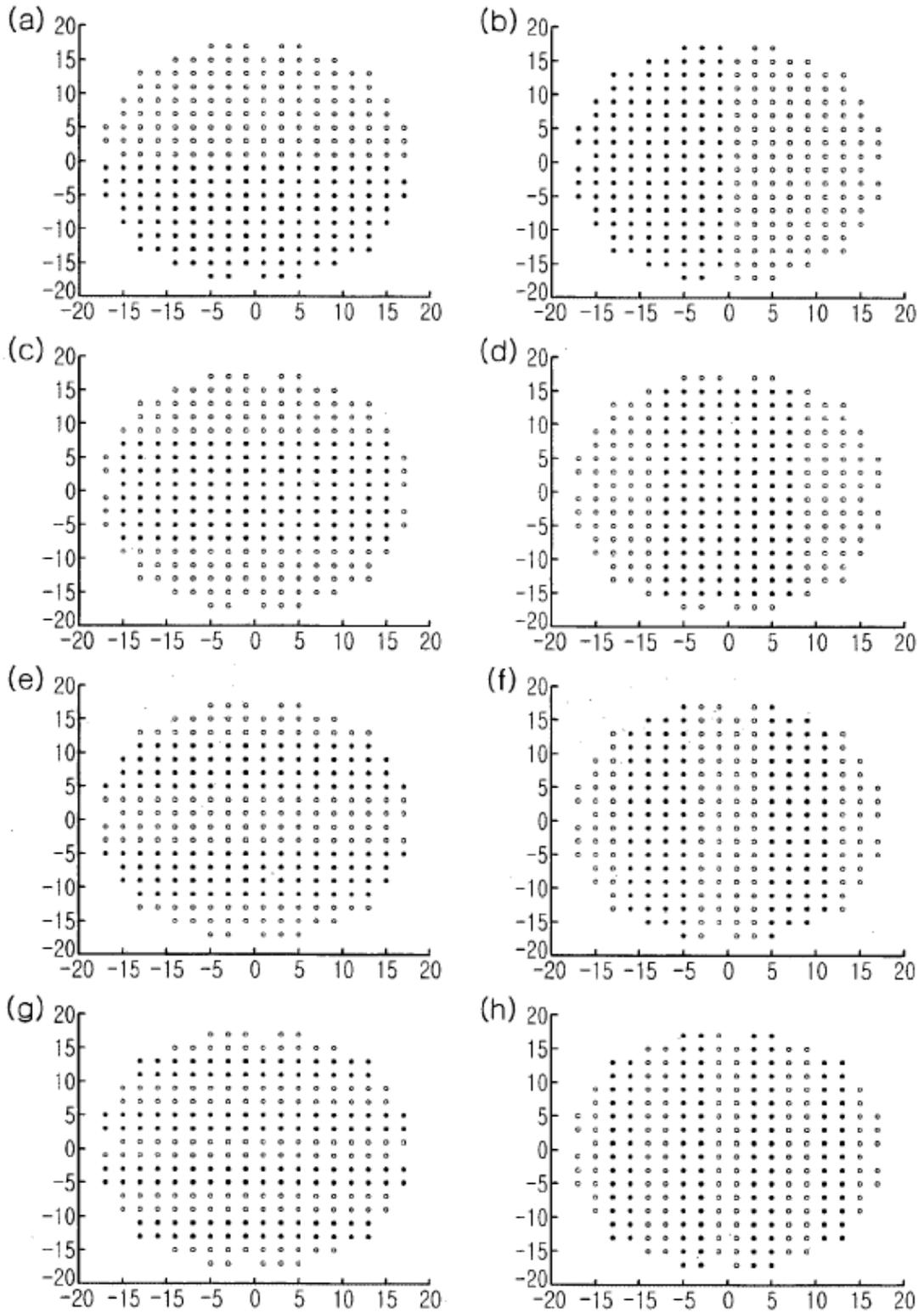
3101	-71 - 11	3165	-57 - 43	3229	-39 - 53	3293	-39 - 43	3357	-57 - 11	3421	-57 - 21	3485	-39 - 11	3549	-39 - 21
3102	-69 - 9	3166	-59 - 41	3230	-37 - 55	3294	-37 - 41	3358	-59 - 9	3422	-59 - 23	3486	-37 - 9	3550	-37 - 23
3103	-69 - 11	3167	-69 - 21	3231	-37 - 53	3295	-37 - 43	3359	-59 - 11	3423	-59 - 2	3487	-37 - 11	3551	-37 - 21
3104	-15 - 65	3168	-49 - 33	3232	-17 - 65	3296	-47 - 33	3360	-49 - 1	3424	-13 - 1	3488	-17 - 1	3552	-47 - 31
3105	-15 - 67	3169	-49 - 35	3233	-17 - 67	3297	-47 - 35	3361	-49 - 3	3425	47 - 29	3489	-47 - 3	3553	-47 - 29
3106	-13 - 65	3170	-51 - 33	3234	-19 - 65	3298	-45 - 33	3362	-51 - 1	3426	6 - 1	3490	-45 - 1	3554	-45 - 31
3107	-13 - 67	3171	-51 - 35	3235	-19 - 67	3299	-45 - 35	3363	-51 - 3	3427	-5 - 29	3491	-45 - 3	3555	-45 - 29
3108	-15 - 71	3172	-49 - 39	3236	-17 - 71	3300	-47 - 39	3364	-49 - 7	3428	-49 - 25	3492	-47 - 7	3556	-47 - 25
3109	-15 - 69	3173	-49 - 37	3237	-17 - 69	3301	-47 - 37	3365	-49 - 5	3429	-49 - 27	3493	-47 - 5	3557	-47 - 27
3110	-13 - 71	3174	-51 - 39	3238	-45 - 57	3302	-45 - 39	3366	-51 - 7	3430	-51 - 25	3494	-45 - 7	3558	-45 - 25
3111	-13 - 69	3175	-51 - 37	3239	-19 - 69	3303	-45 - 37	3367	-51 - 5	3431	-51 - 27	3495	-45 - 5	3559	-45 - 27
3112	-9 - 65	3176	-55 - 33	3240	-23 - 65	3304	-41 - 33	3368	-55 - 1	3432	-55 - 31	3496	-41 - 1	3560	-41 - 31
3113	-9 - 67	3177	-55 - 35	3241	-23 - 67	3305	-41 - 35	3369	-55 - 3	3433	-55 - 29	3497	-41 - 3	3561	-41 - 29
3114	-11 - 65	3178	-53 - 33	3242	-21 - 65	3306	-43 - 33	3370	-53 - 1	3434	-53 - 31	3498	-43 - 1	3562	-43 - 31
3115	-11 - 67	3179	-53 - 35	3243	-21 - 67	3307	-43 - 35	3371	-53 - 3	3435	-53 - 29	3499	-43 - 3	3563	-43 - 29
3116	-9 - 71	3180	-55 - 39	3244	-41 - 57	3308	-41 - 39	3372	-55 - 7	3436	-55 - 25	3500	-41 - 7	3564	-41 - 25
3117	-9 - 69	3181	-55 - 37	3245	-41 - 59	3309	-41 - 37	3373	-55 - 5	3437	-55 - 27	3501	-41 - 5	3565	-41 - 27
3118	-11 - 71	3182	-53 - 39	3246	-43 - 57	3310	-43 - 39	3374	-53 - 7	3438	-53 - 25	3502	-43 - 7	3566	-43 - 25
3119	-11 - 69	3183	-53 - 37	3247	-21 - 69	3311	-43 - 37	3375	-53 - 5	3439	-53 - 27	3503	-43 - 5	3567	-43 - 27
3120	-49 - 49	3184	-49 - 47	3248	-47 - 49	3312	-47 - 47	3376	-49 - 15	3440	-49 - 17	3504	-47 - 15	3568	-47 - 17
3121	-49 - 51	3185	-49 - 45	3249	-47 - 51	3313	-47 - 45	3377	-49 - 13	3441	-49 - 19	3505	-47 - 13	3569	-47 - 19
3122	-51 - 49	3186	-51 - 47	3250	-45 - 49	3314	-45 - 47	3378	-51 - 15	3442	-51 - 17	3506	-45 - 15	3570	-45 - 17
3123	-51 - 51	3187	-51 - 45	3251	-45 - 51	3315	-45 - 45	3379	-51 - 13	3443	-51 - 19	3507	-45 - 13	3571	-45 - 19
3124	-49 - 55	3188	-49 - 41	3252	-47 - 55	3316	-47 - 41	3380	-49 - 9	3444	-49 - 23	3508	-47 - 9	3572	-47 - 23
3125	-49 - 53	3189	-49 - 43	3253	-47 - 53	3317	-47 - 43	3381	-49 - 11	3445	-49 - 21	3509	-47 - 11	3573	-47 - 21
3126	-13 - 73	3190	-51 - 41	3254	-45 - 55	3318	-45 - 41	3382	-51 - 9	3446	-51 - 23	3510	-45 - 9	3574	-45 - 23
3127	-51 - 53	3191	-51 - 43	3255	-45 - 53	3319	-45 - 43	3383	-51 - 11	3447	-51 - 21	3511	-45 - 11	3575	-45 - 21
3128	-55 - 49	3192	-55 - 47	3256	-41 - 49	3320	-41 - 47	3384	-55 - 15	3448	-55 - 17	3512	-41 - 15	3576	-41 - 17
3129	-73 - 13	3193	-55 - 45	3257	-41 - 51	3321	-41 - 45	3385	-55 - 13	3449	-55 - 19	3513	-41 - 13	3577	-41 - 19
3130	-53 - 49	3194	-53 - 47	3258	-43 - 49	3322	-43 - 47	3386	-53 - 15	3450	-53 - 17	3514	-43 - 15	3578	-43 - 17
3131	-53 - 51	3195	-53 - 45	3259	-43 - 51	3323	-43 - 45	3387	-53 - 13	3451	-53 - 19	3515	-43 - 13	3579	-43 - 19
3132	-73 - 9	3196	-55 - 41	3260	-41 - 55	3324	-41 - 41	3388	-55 - 9	3452	-55 - 23	3516	-41 - 9	3580	-41 - 23
3133	-73 - 11	3197	-55 - 43	3261	-41 - 53	3325	-41 - 43	3389	-55 - 11	3453	-55 - 21	3517	-41 - 11	3581	-41 - 21
3134	-11 - 73	3198	-53 - 41	3262	-43 - 55	3326	-43 - 41	3390	-53 - 9	3454	-53 - 23	3518	-43 - 9	3582	-43 - 23
3135	-53 - 53	3199	-53 - 43	3263	-43 - 53	3327	-43 - 43	3391	-53 - 11	3455	-53 - 21	3519	-43 - 11	3583	-43 - 21



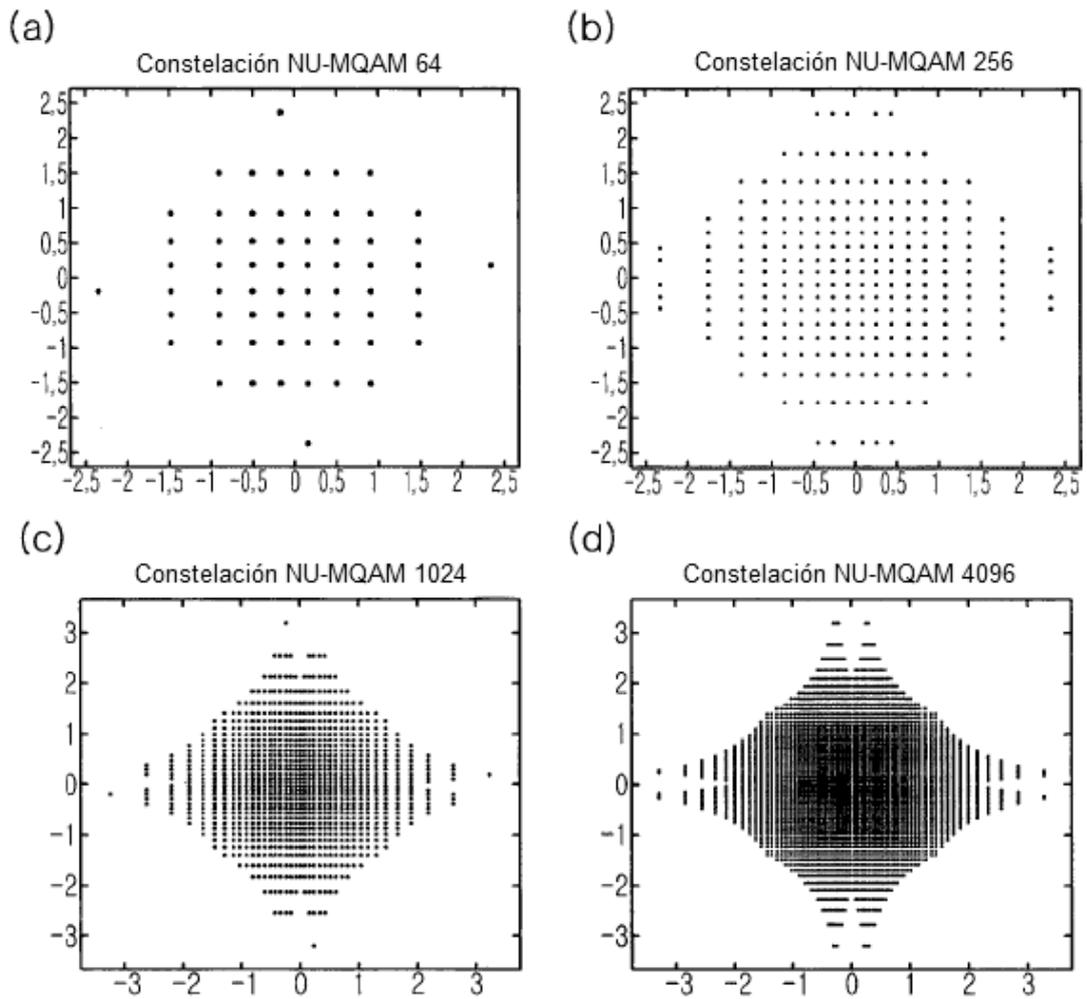
Fig. 31

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**

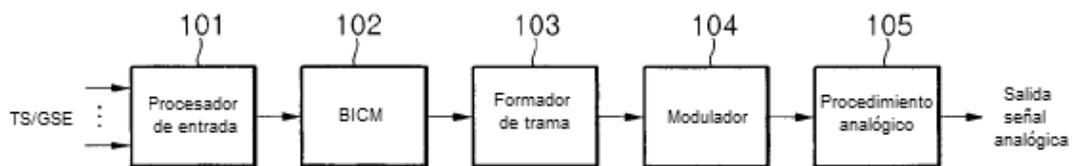


Fig. 35

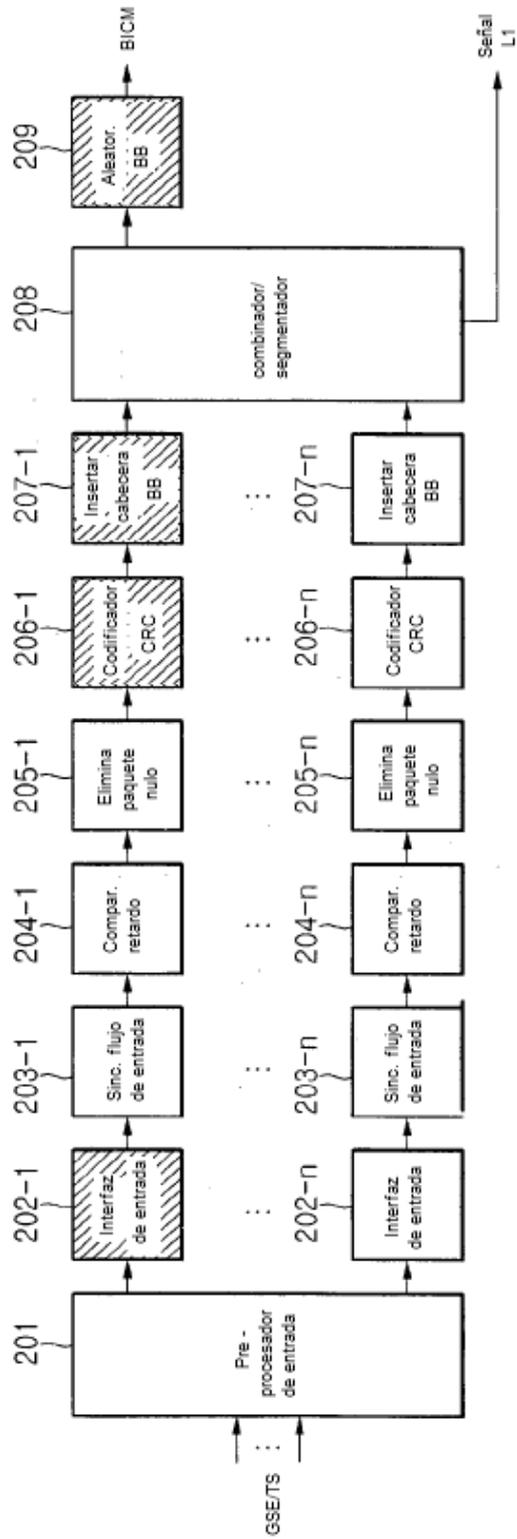


Fig. 36

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 futuro uso

Campo	Tamaño (bytes)	Descripción
MATYPE	2	Tal como se ha descrito anteriormente
UPL	2	Longitud en bits de paquete de usuario , en el intervalo [0, 65535]
DFL	2	Longitud en bits del campo de datos, 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 inicio del DATA FIELD al primer UP completo del campo de datos. SYNCD=0 <sub>D</sub> significa que el primer Up está alineado al inicio del campo de datos. SYNCD=65535 <sub>D</sub> significa que ningún UP empieza en el DATA FIELD.
CRC-8 MODE	1	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 primeros 9 bytes de la BBHEADER. MODE (i buts) debe ser: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 0<sub>D</sub> Modo normal</li> <li>● 1<sub>D</sub> Modo de alta eficiencia</li> <li>● Otros valores: reservados para futuro uso</li> </ul>

Fig. 37

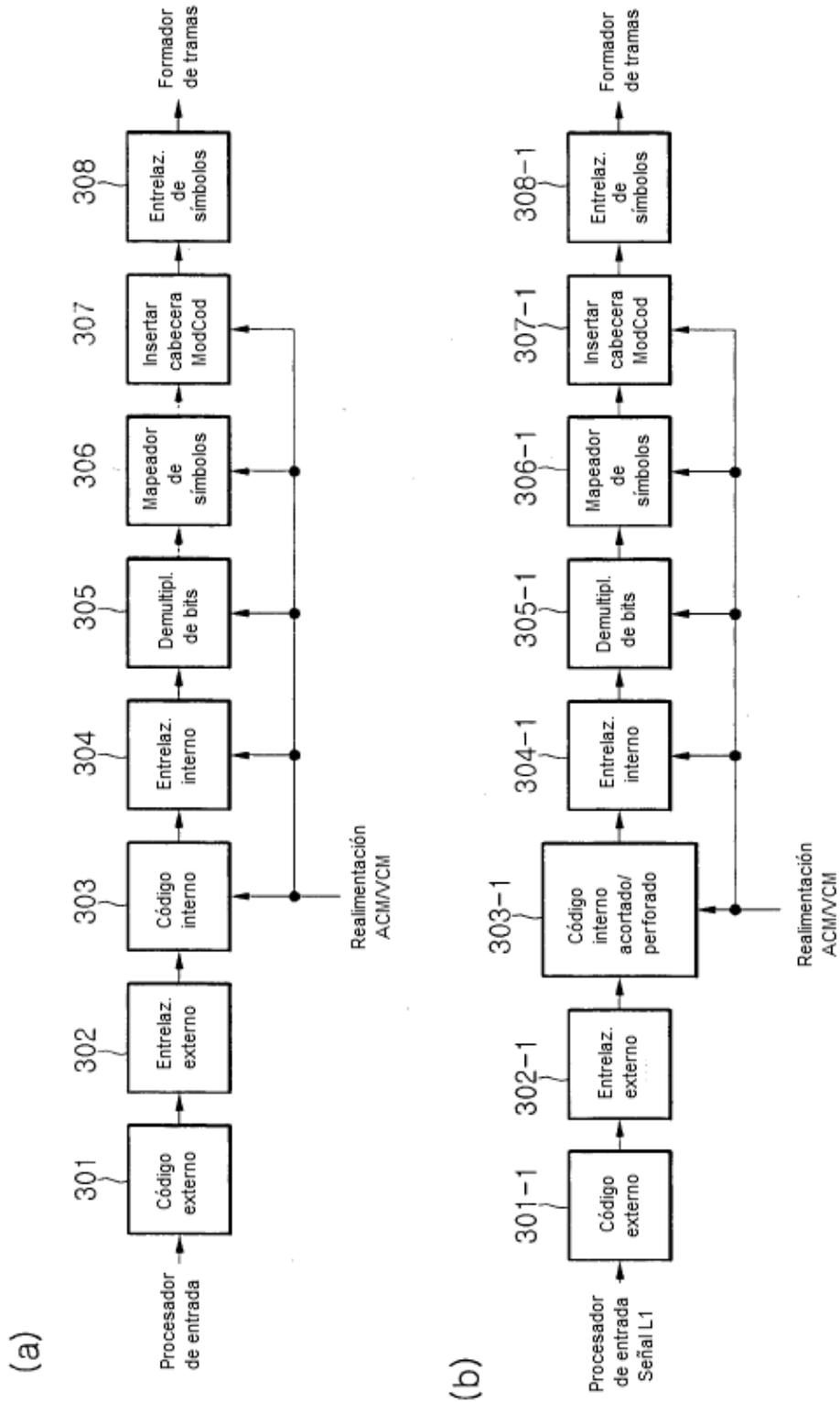


Fig. 38

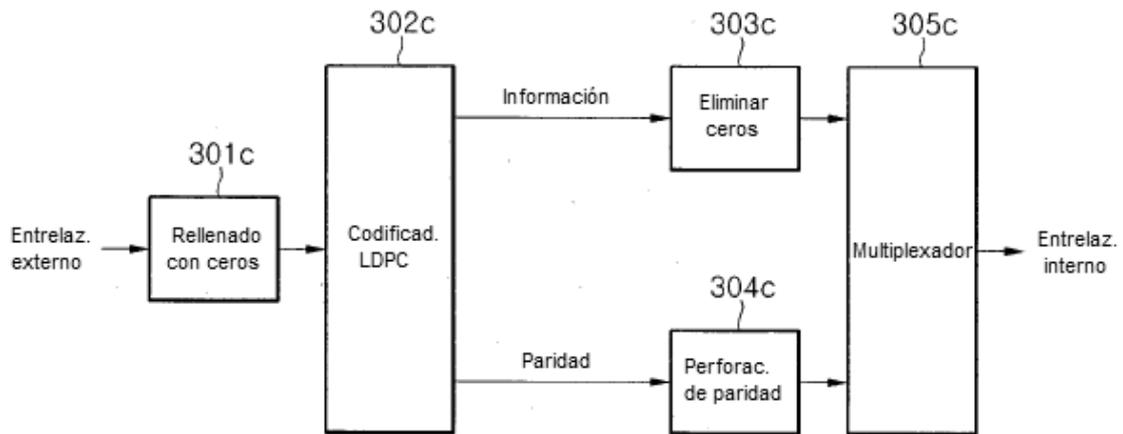


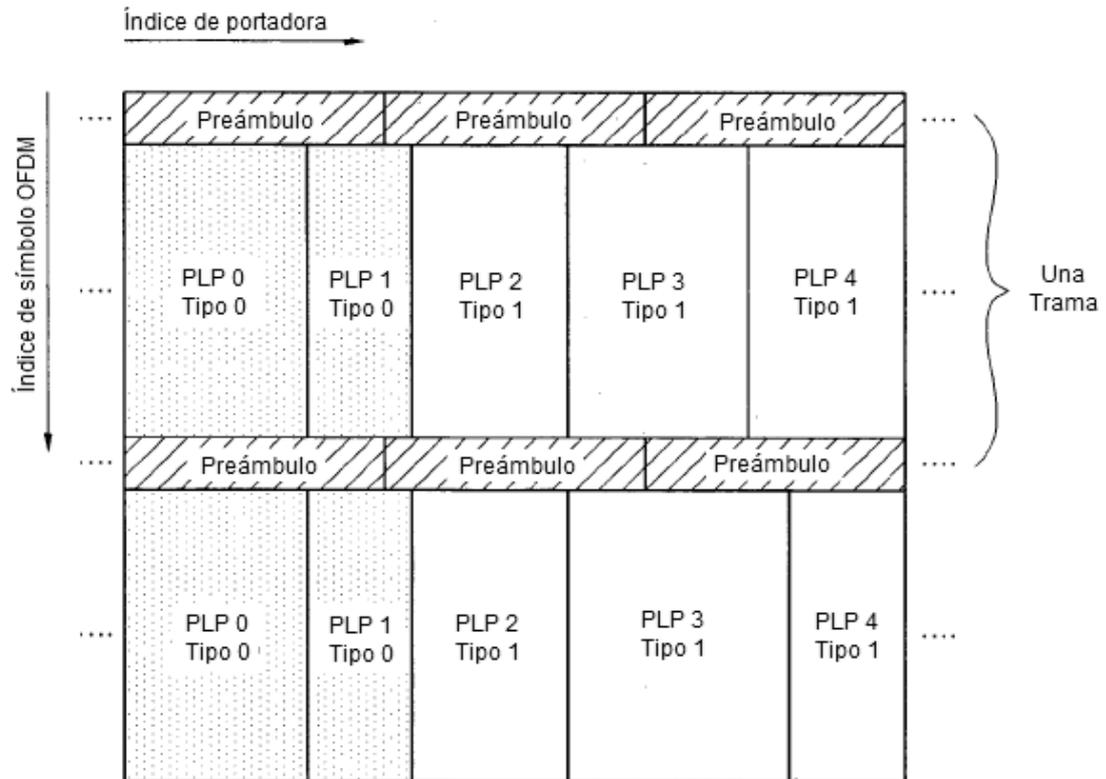
Fig. 39

			Caso 1	Caso 2
Capacidad (bit/s Hz)			Modulación	Modulación
6	1/2	3,0	NU-MQAM	NU-QAM
	2/3	4,0	NU-MQAM	NU-QAM
	3/4	4,5	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	4,8	MQAM	MQAM
	5/6	5,0	MQAM	MQAM
	8/9	5,3	MQAM	MQAM
	9/10	5,4	MQAM	MQAM
8	1/2	4,0	NU-MQAM	NU-QAM
	2/3	5,3	NU-MQAM	NU-QAM
	3/4	6,0	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	6,4	NU-MQAM	NU-MQAM
	5/6	6,7	MQAM	MQAM
	8/9	7,1	MQAM	MQAM
	9/10	7,2	MQAM	MQAM
10	1/2	5,0	NU-MQAM	NU-QAM
	2/3	6,7	NU-MQAM	NU-QAM
	3/4	7,5	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	8,0	NU-MQAM	NU-MQAM
	5/6	8,3	NU-MQAM	NU-MQAM
	8/9	8,9	MQAM	MQAM
	9/10	9,0	MQAM	MQAM
12	1/2	6,0	NU-MQAM	NU-QAM
	2/3	8,0	NU-MQAM	NU-QAM
	3/4	9,0	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	9,6	NU-MQAM	NU-MQAM
	5/6	10,0	NU-MQAM	NU-MQAM
	8/9	10,7	MQAM	MQAM
	9/10	10,8	MQAM	MQAM

Fig. 40

Capacidad (bit/s Hz)			Caso 1	Caso 2	Caso 2
			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**

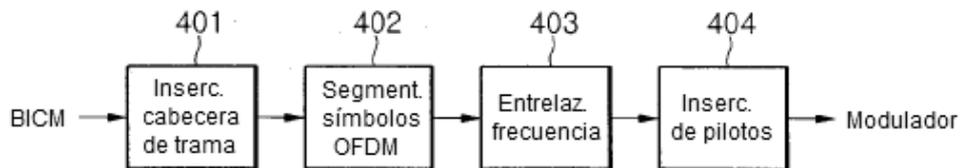


Fig. 43

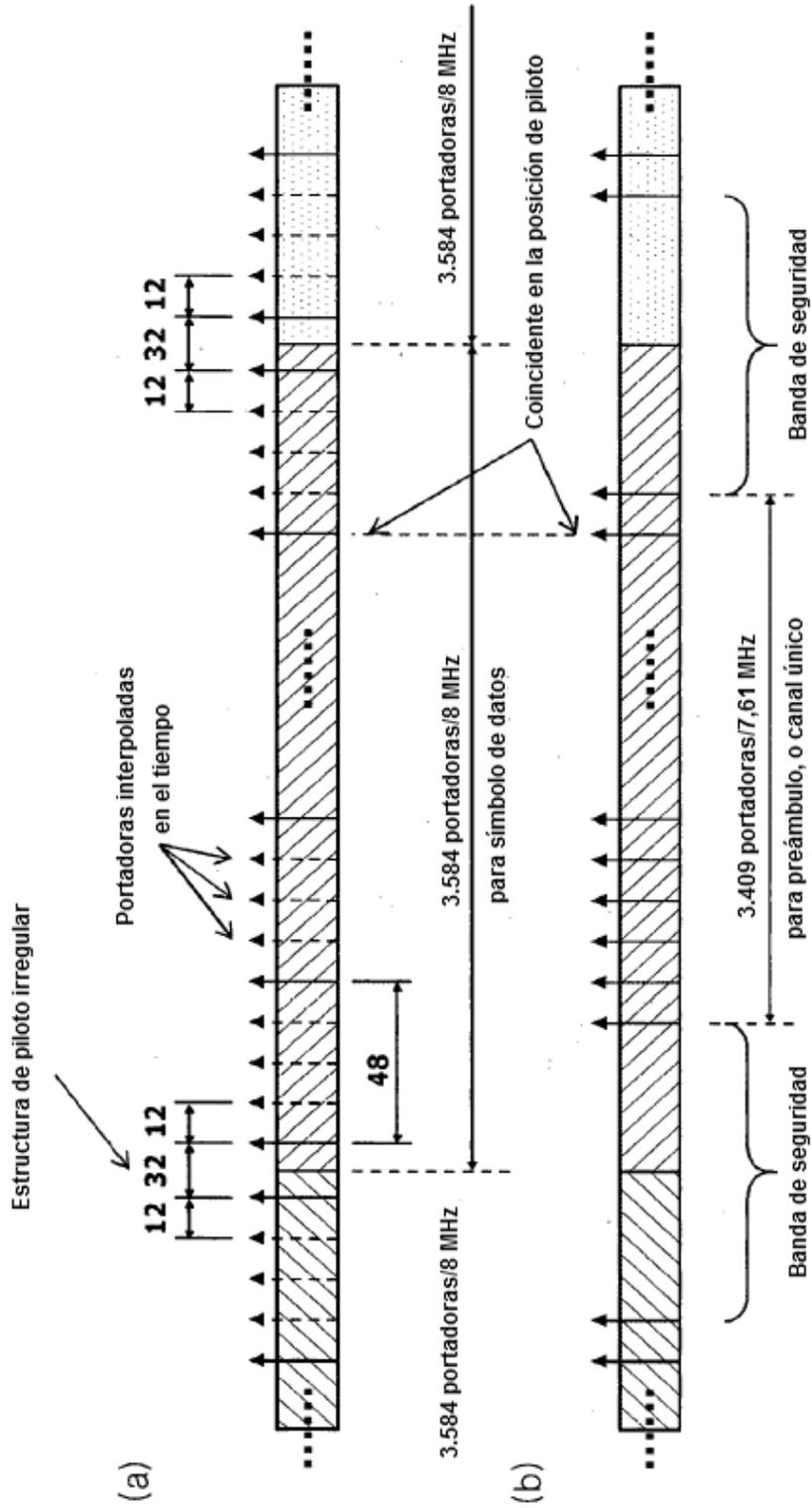


Fig. 44

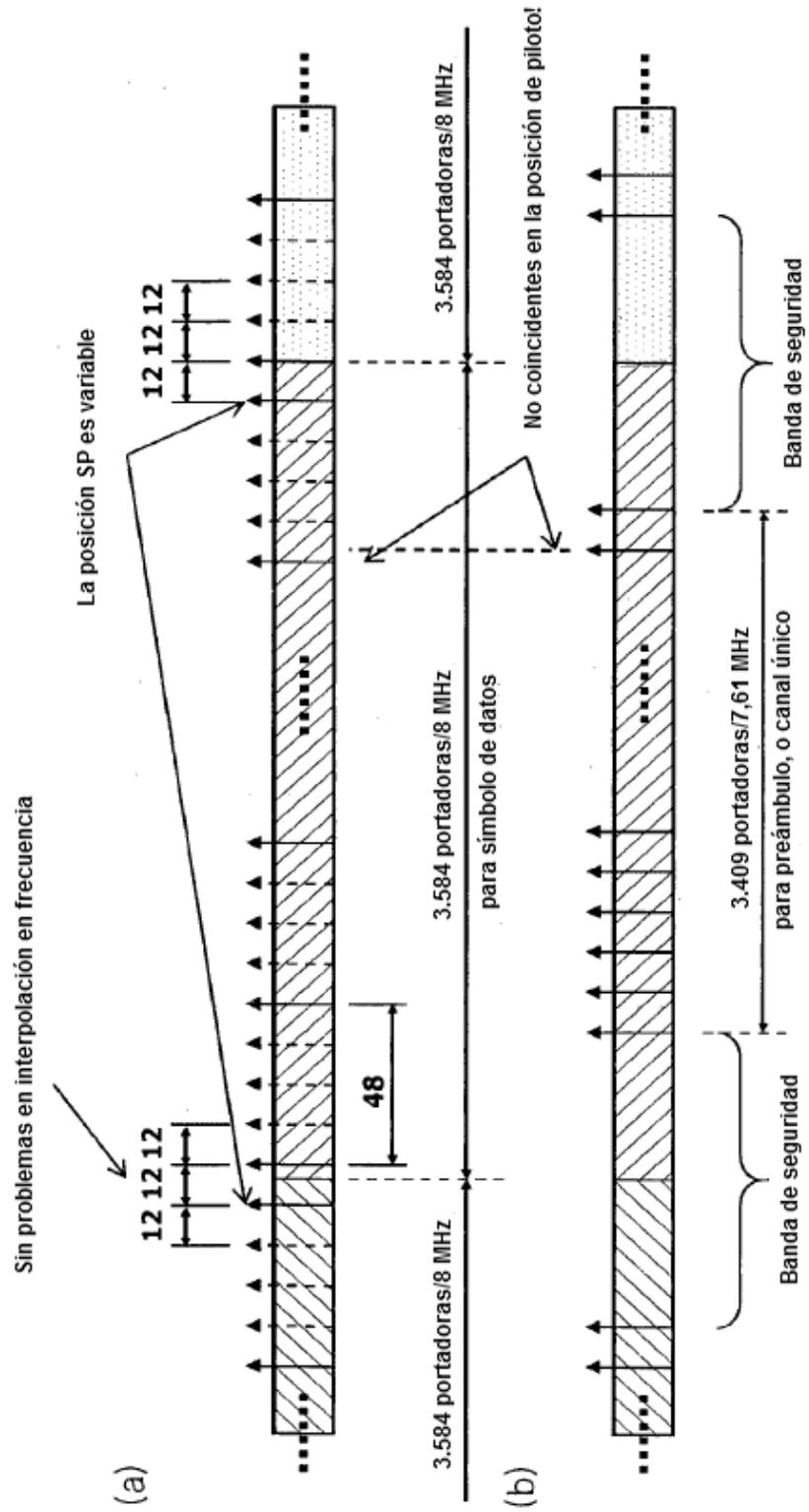


Fig. 45

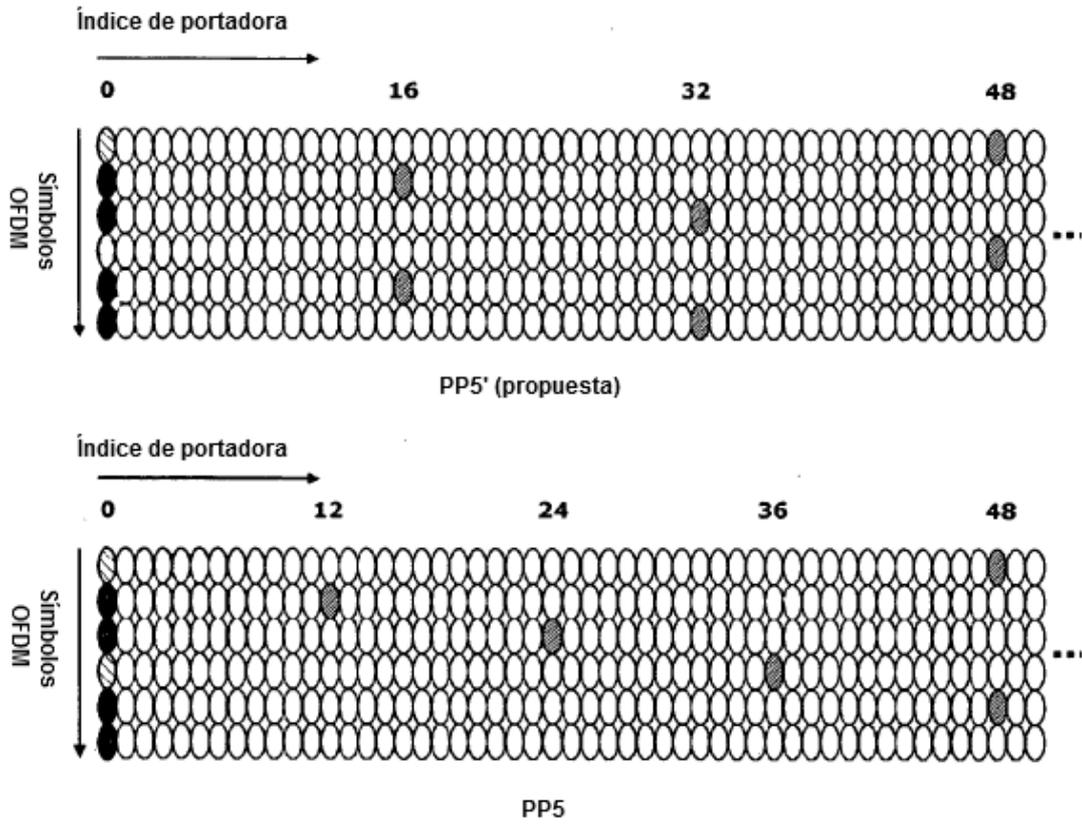


Fig. 46

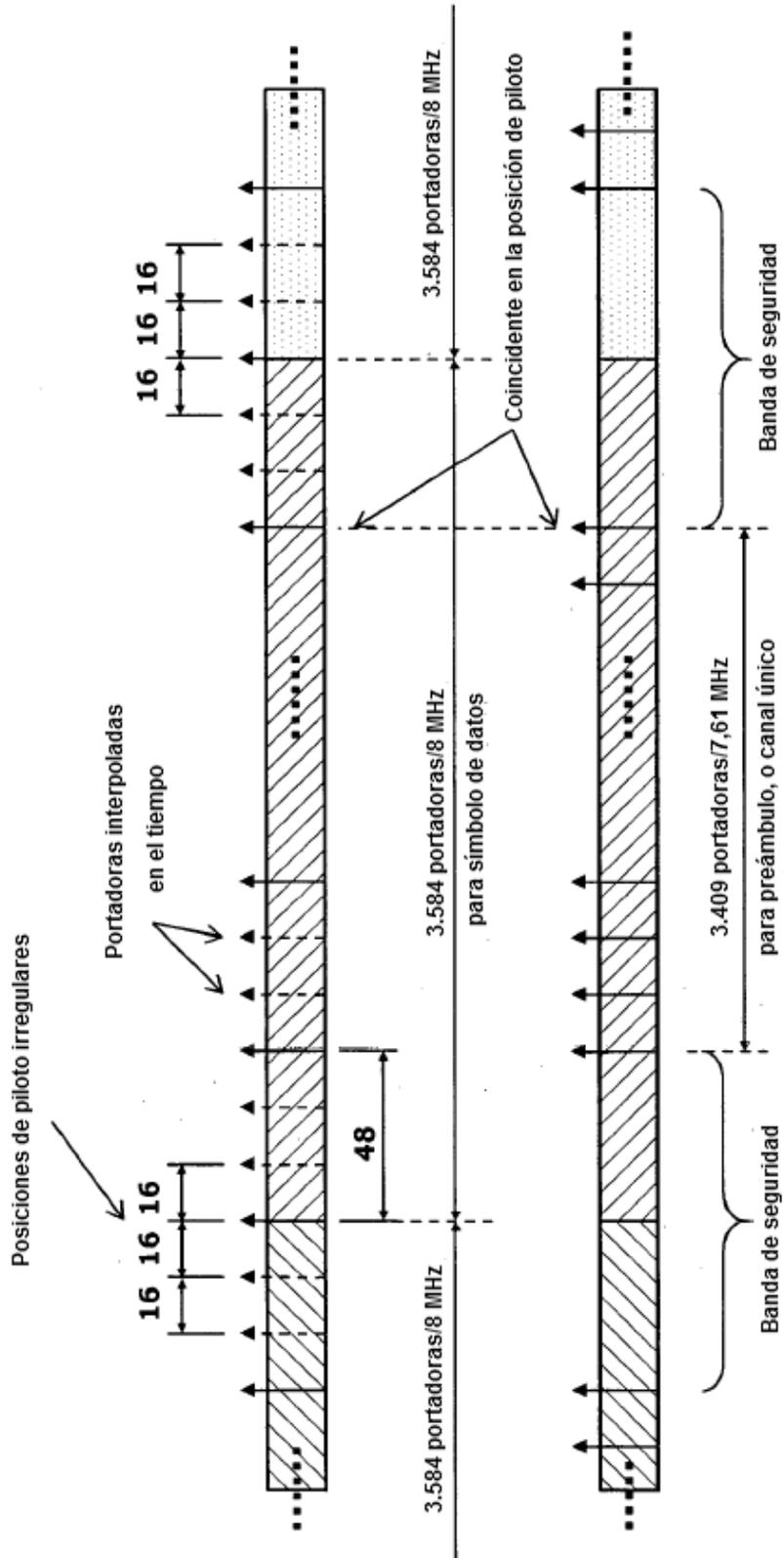






Fig. 49

Retardo (μs)	0,2	0,4	0,8	1,2	2,5	15
At. (dB)	-11	-14	-17	-23	-32	-40

Trayectoria de retardo negligible

Fig. 50

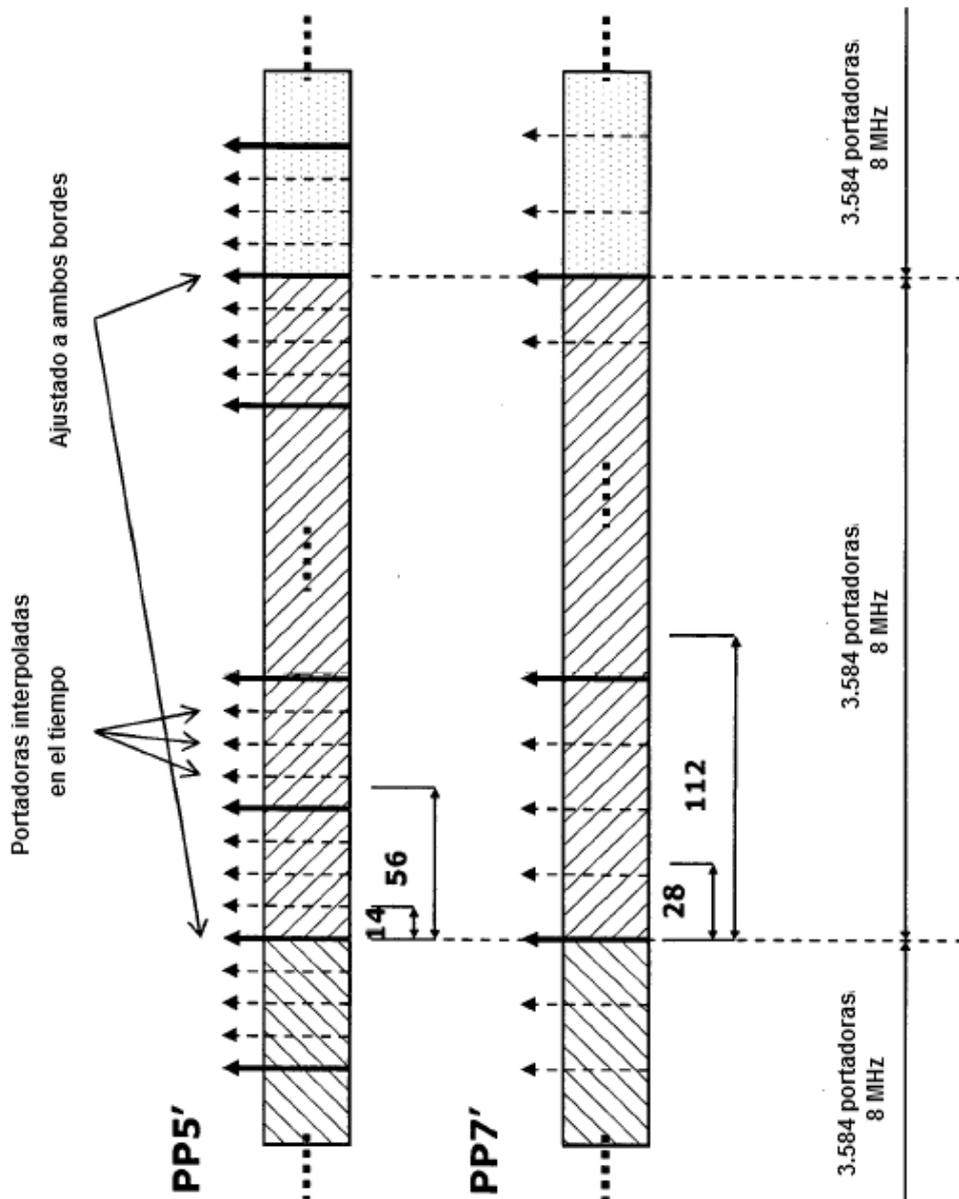


Fig. 51

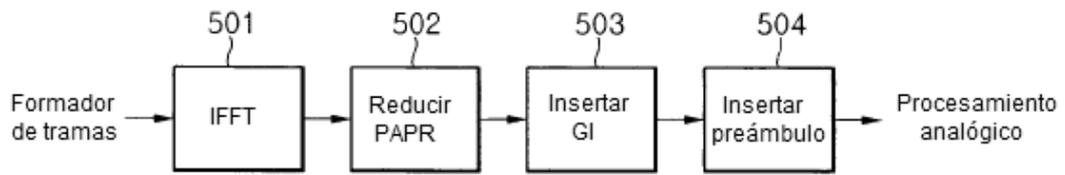


Fig. 52

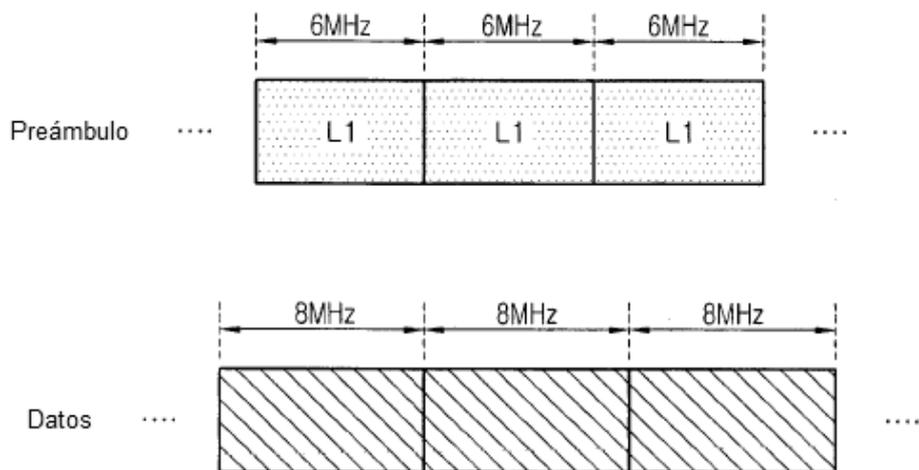


Fig. 53

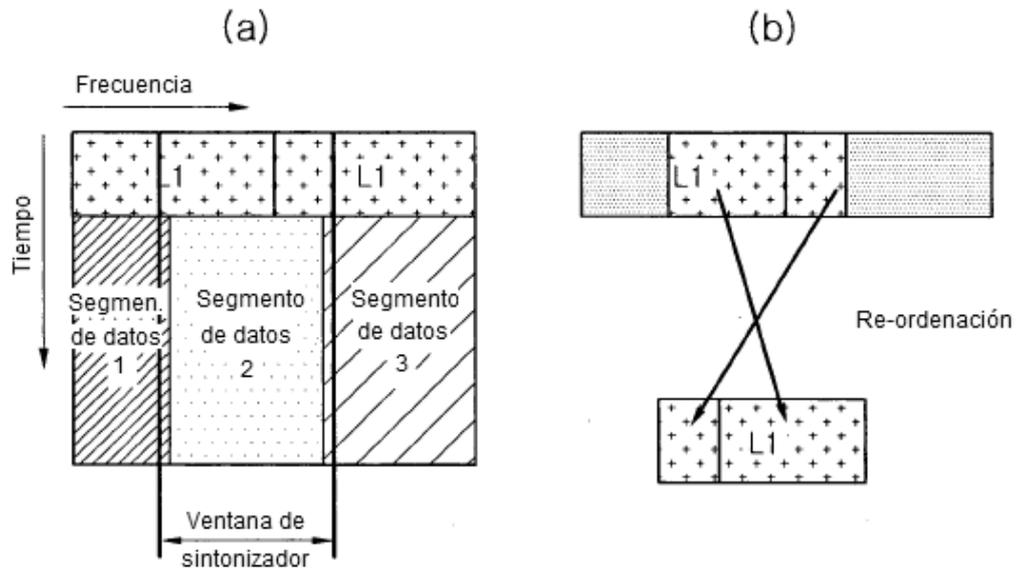
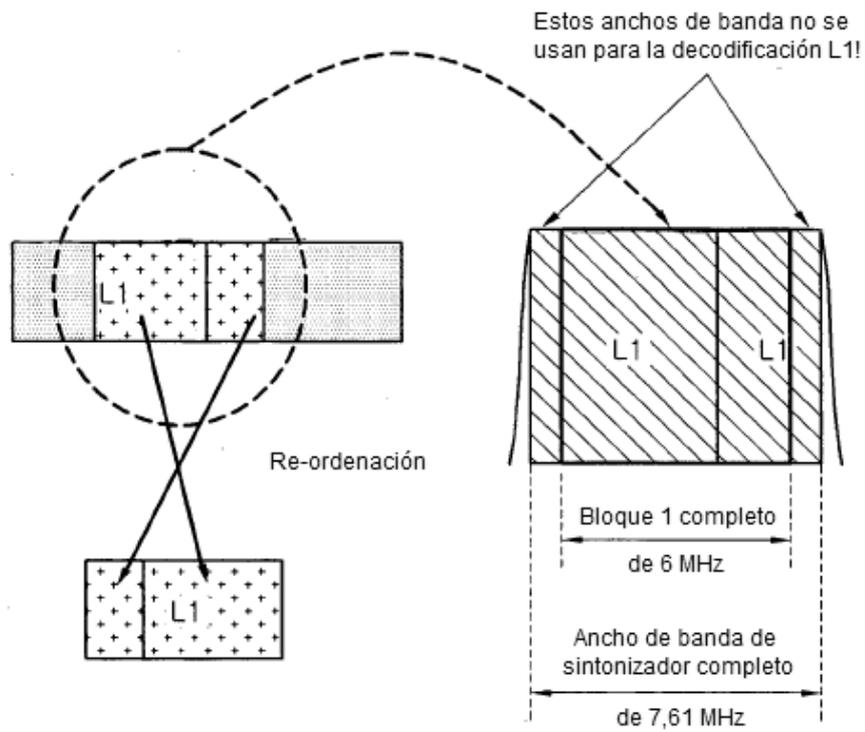
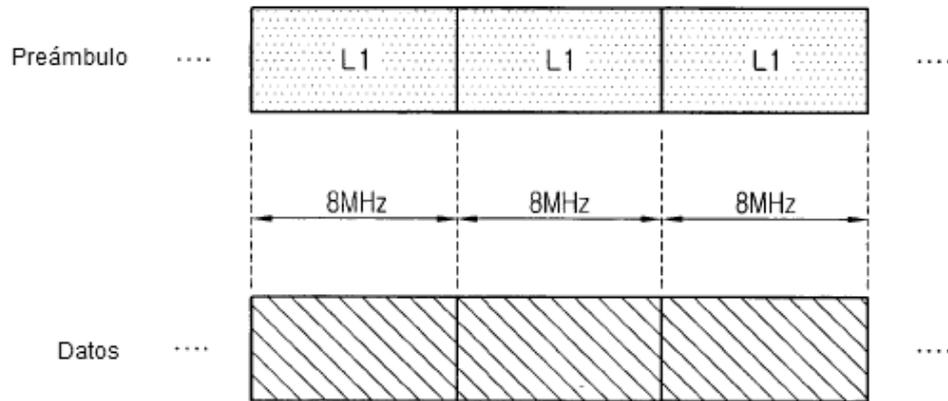


Fig. 54

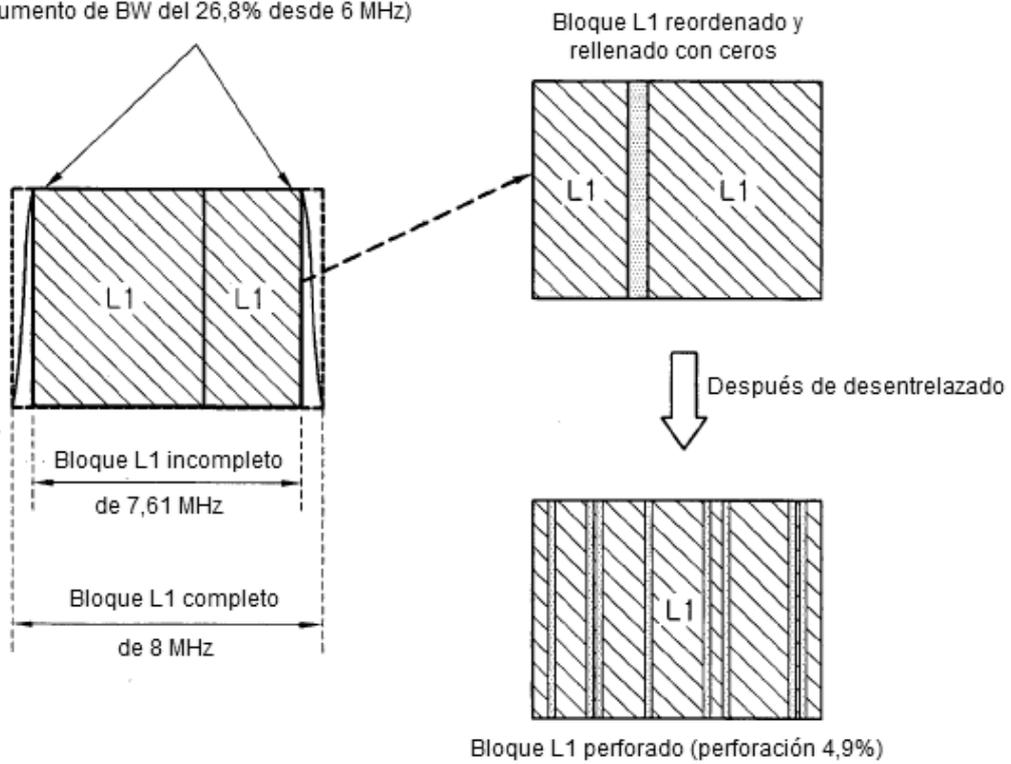


**Fig. 55**

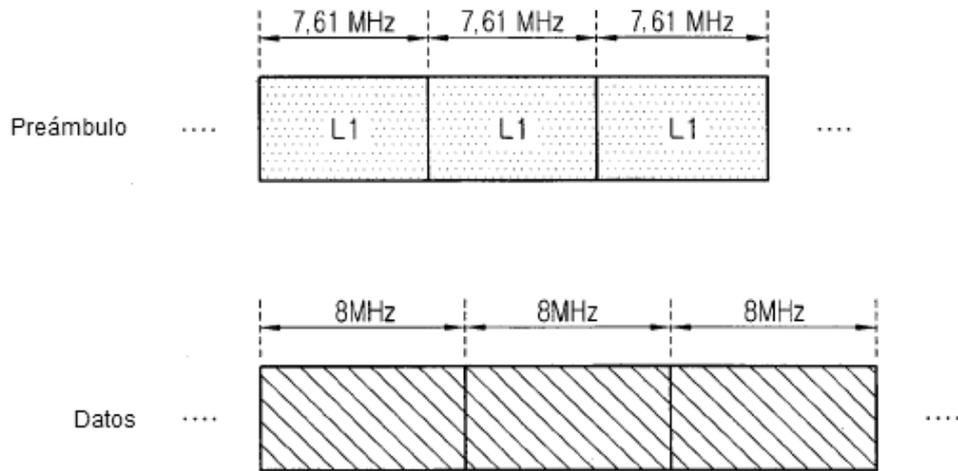


**Fig. 56**

Se usa el espectro completo para la decodificación L1 (aumento de BW del 26,8% desde 6 MHz)

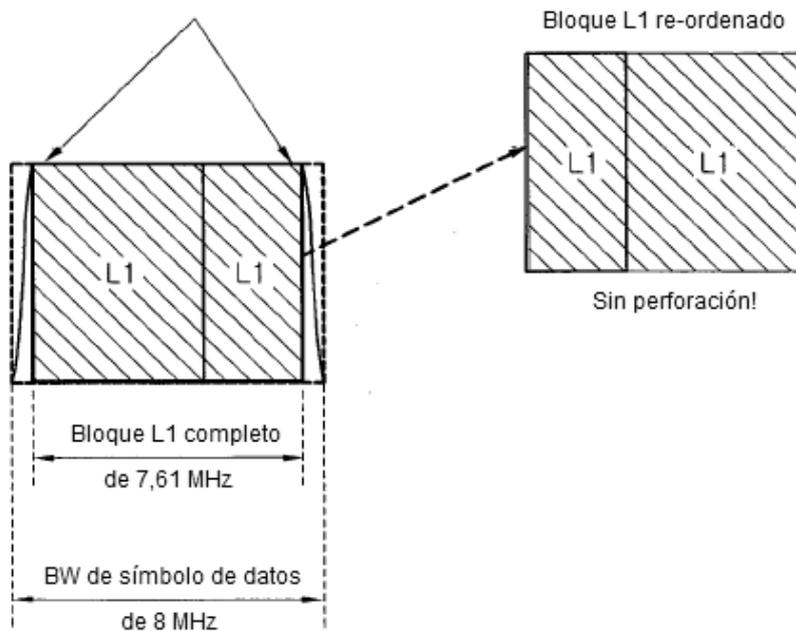


**Fig. 57**

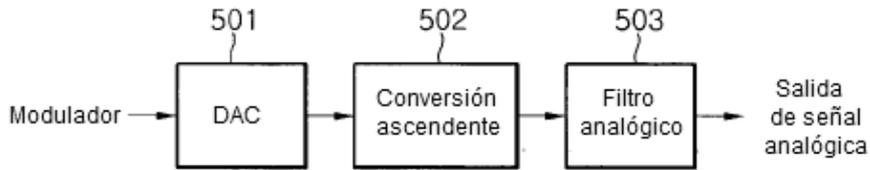


**Fig. 58**

Se usa el espectro completo para la decodificación L1 (aumento de BW del 26,8% desde 6 MHz)



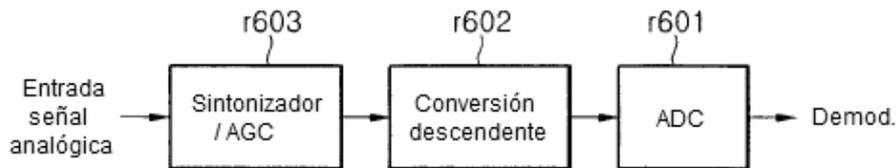
**Fig. 59**



**Fig. 60**



**Fig. 61**



**Fig. 62**

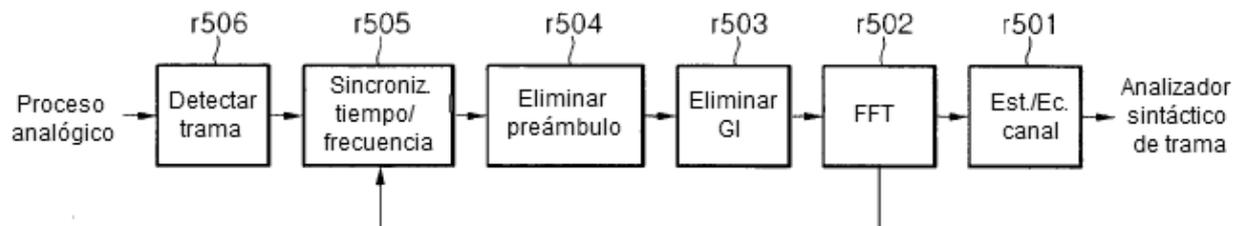


Fig. 63

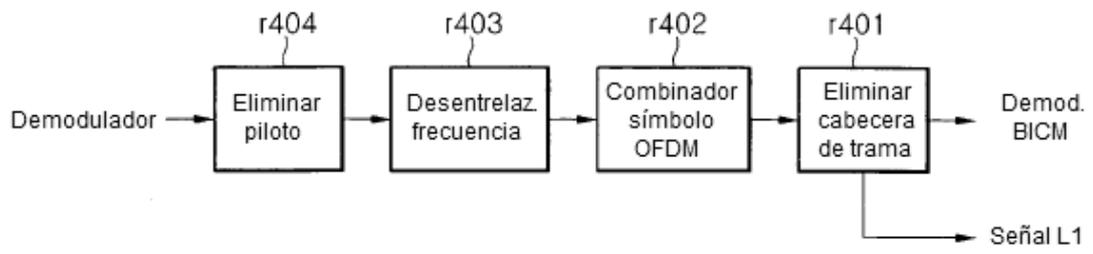


Fig. 64

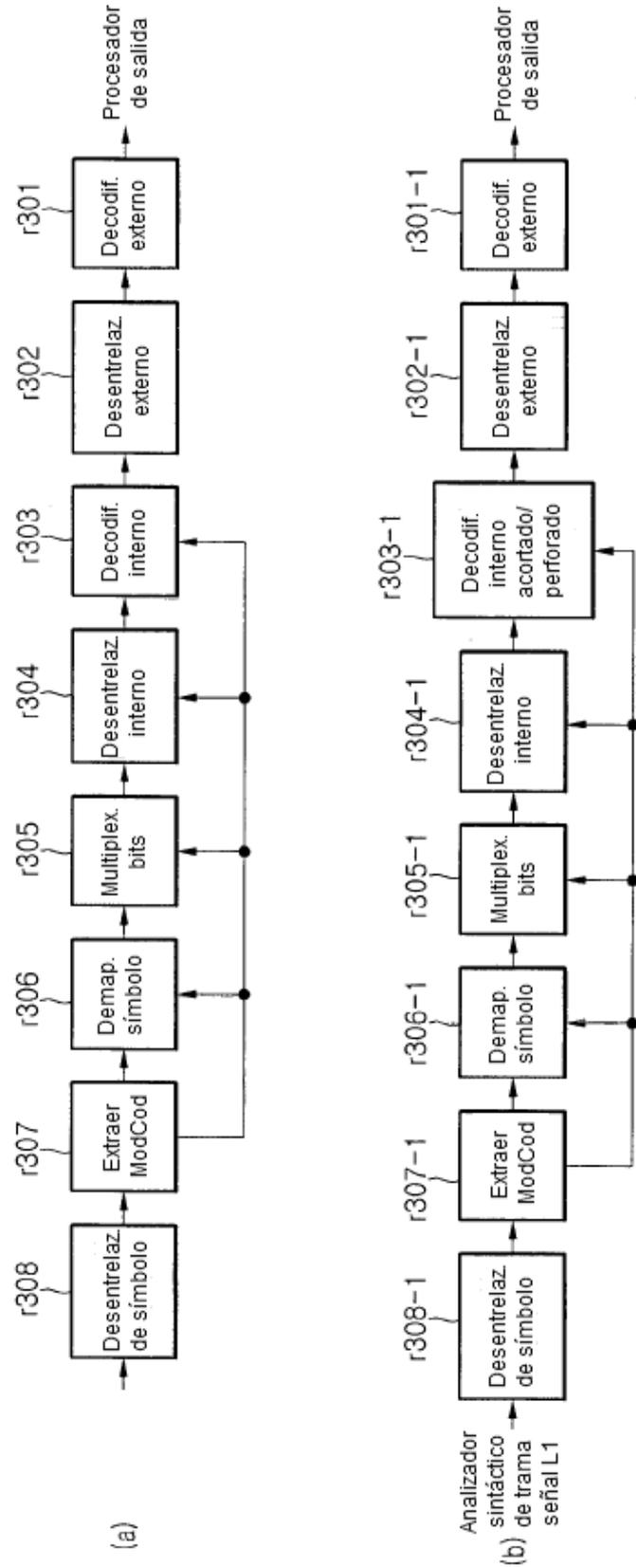


Fig. 65

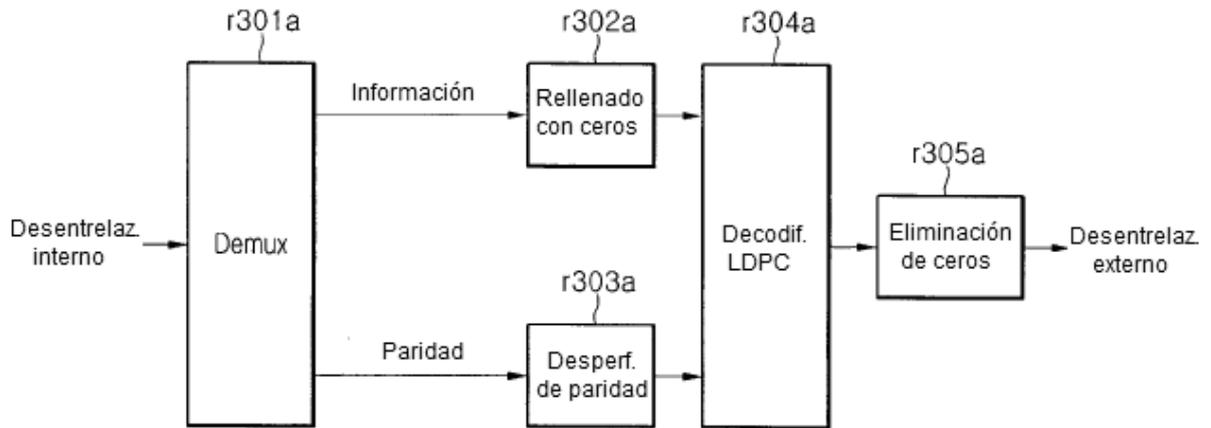


Fig. 66

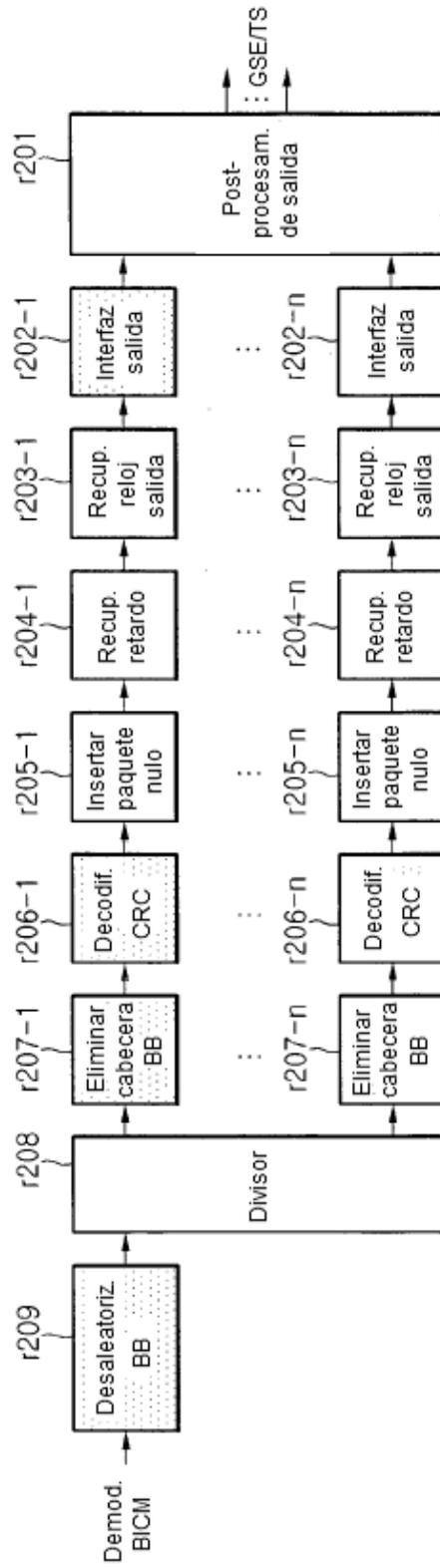


Fig. 67

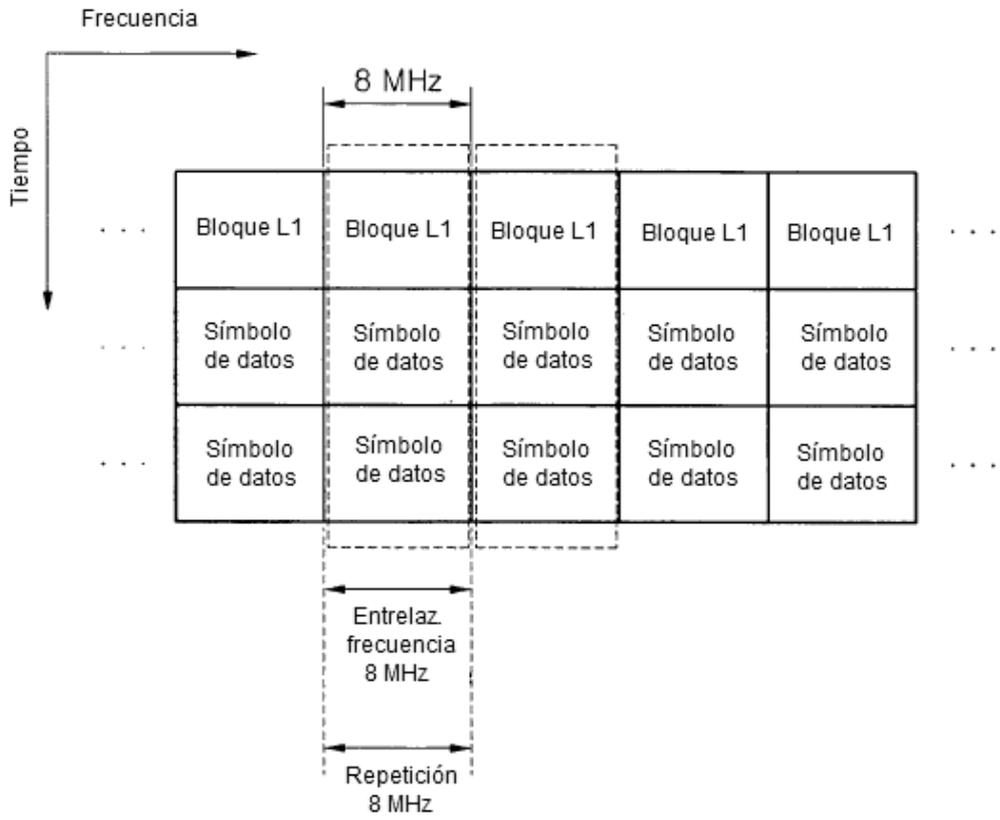


Fig. 68

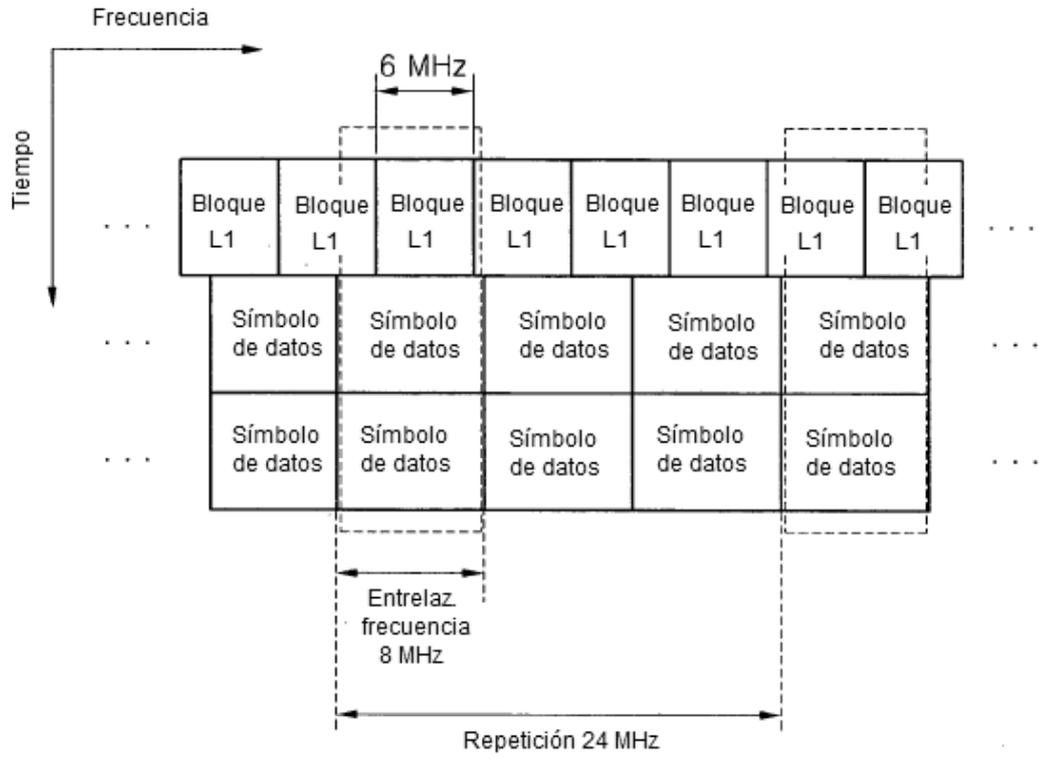


Fig. 69

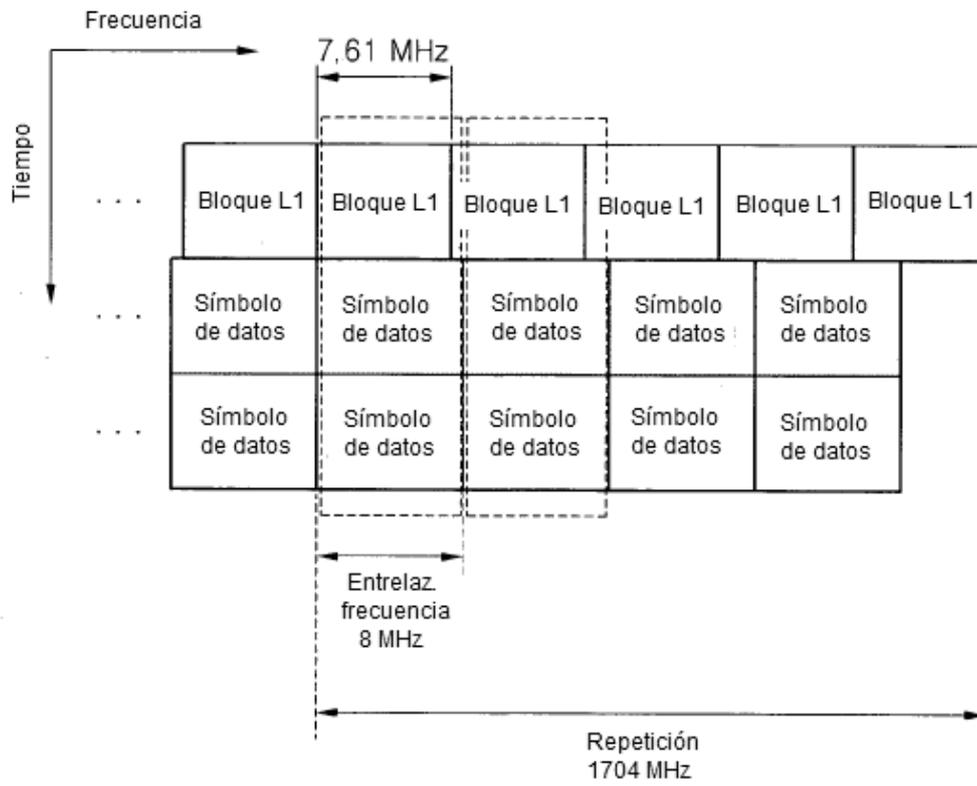


Fig. 70

Campo	Bits	
L1_span	12	Nº de portadoras abarcadas por el bloque L1 dentro de un símbolo OFDM (Max=7,61 MHz)
num_chbon	3	Nº de canales unidos
num_dslice	8	Nº de segmentos de datos
num_plp	8	Nº de PLPs
num_notch	5	Nº 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
}		
for plp {		
dslice_id	8	ID datos segmentados
plp_id	8	ID PLP
plp_type	1	tipo 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 (8 MHz)
notch_width	9	anchura de banda de ranura
}		
gi	1	modo 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 varias configuraciones/condiciones

Fig. 71

Info L1 (bits)	11760	
Bloque L1 (bits)	23520	
Símbolos QAM-16 OLS	5880	
Portadoras totales	3408	
Distancia SP de preámbulo	6	
Portadoras de datos	2840	
LDPC corto	1,45	
Símbolos OFDM	2,07	

Fig. 72

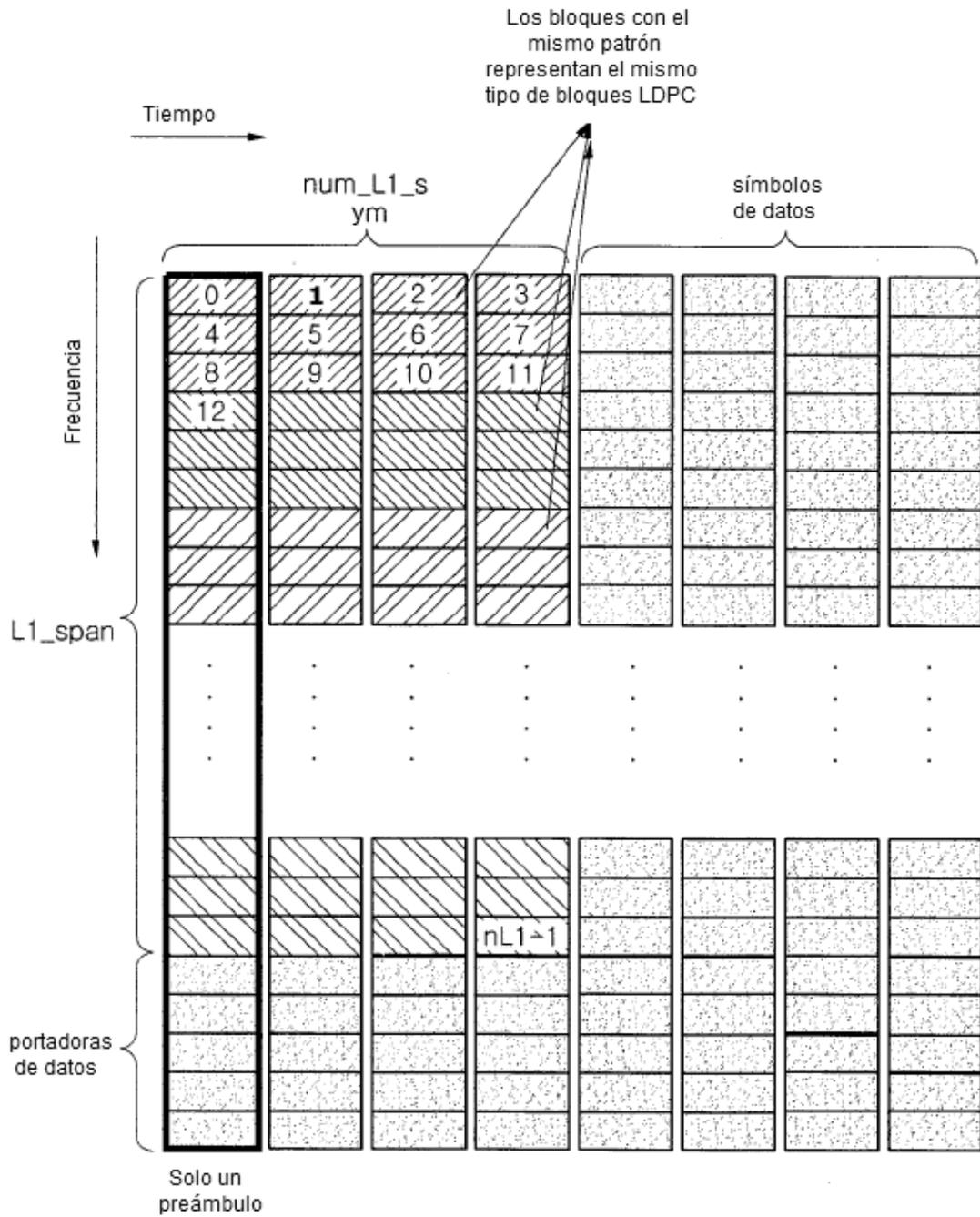


Fig. 73

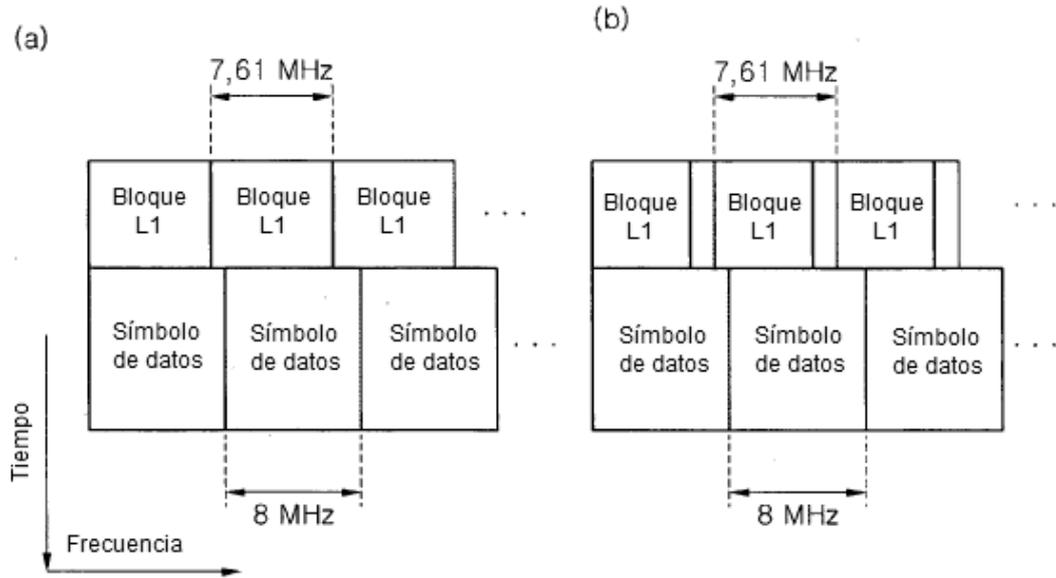
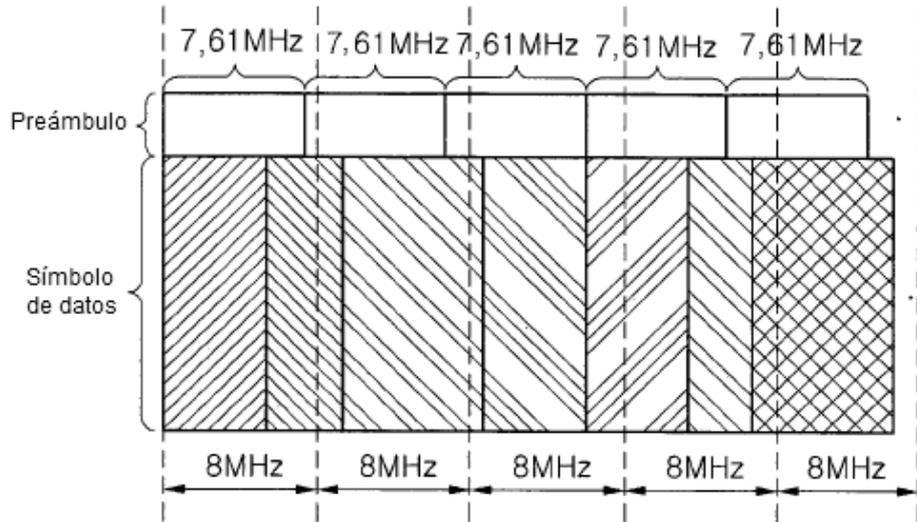


Fig. 74

Campo	Bits	
L1_column	9	Nº de portadoras abarcadas por el bloque L1 dentro de un símbolo OFDM (Max=7,61 MHz)
L1_row	3	Nº de símbolos OFDM abarcados por el bloque L1
num_chbon	3	Nº de canales unidos
num_plp	8	Nº de segmentos de datos
num_dslice	8	Nº de PLPs
num_notch	5	Nº 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
}		
for plp {		
dslice_id	8	ID datos segmentados
plp_id	8	ID PLP
plp_type	1	tipo 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 (8 MHz)
notch_width	9	anchura de banda de ranura
}		
gi	1	modo intervalo de seguridad
sframe_id	16	ID de supertrama
frame_id	16	ID de trama
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
Total	11776	

El número de bits de información L1 varía según varias 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

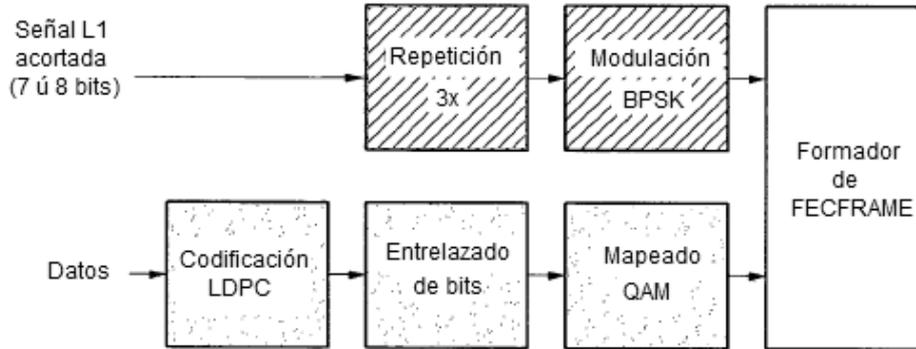


Fig. 78

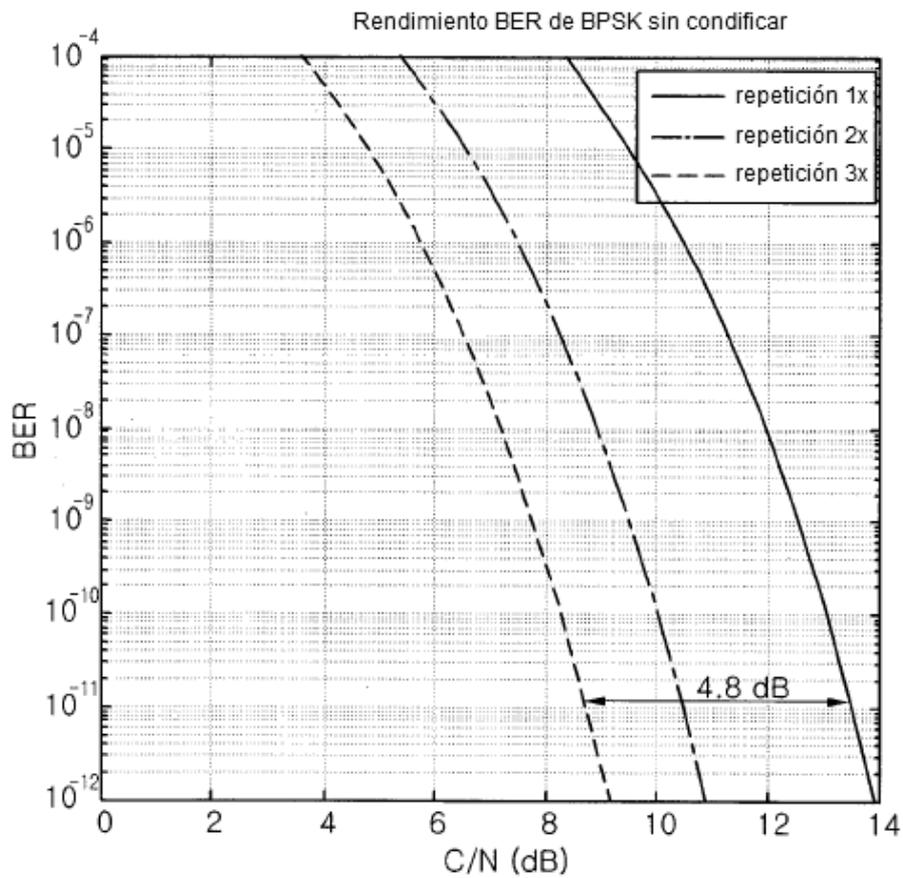


Fig. 79

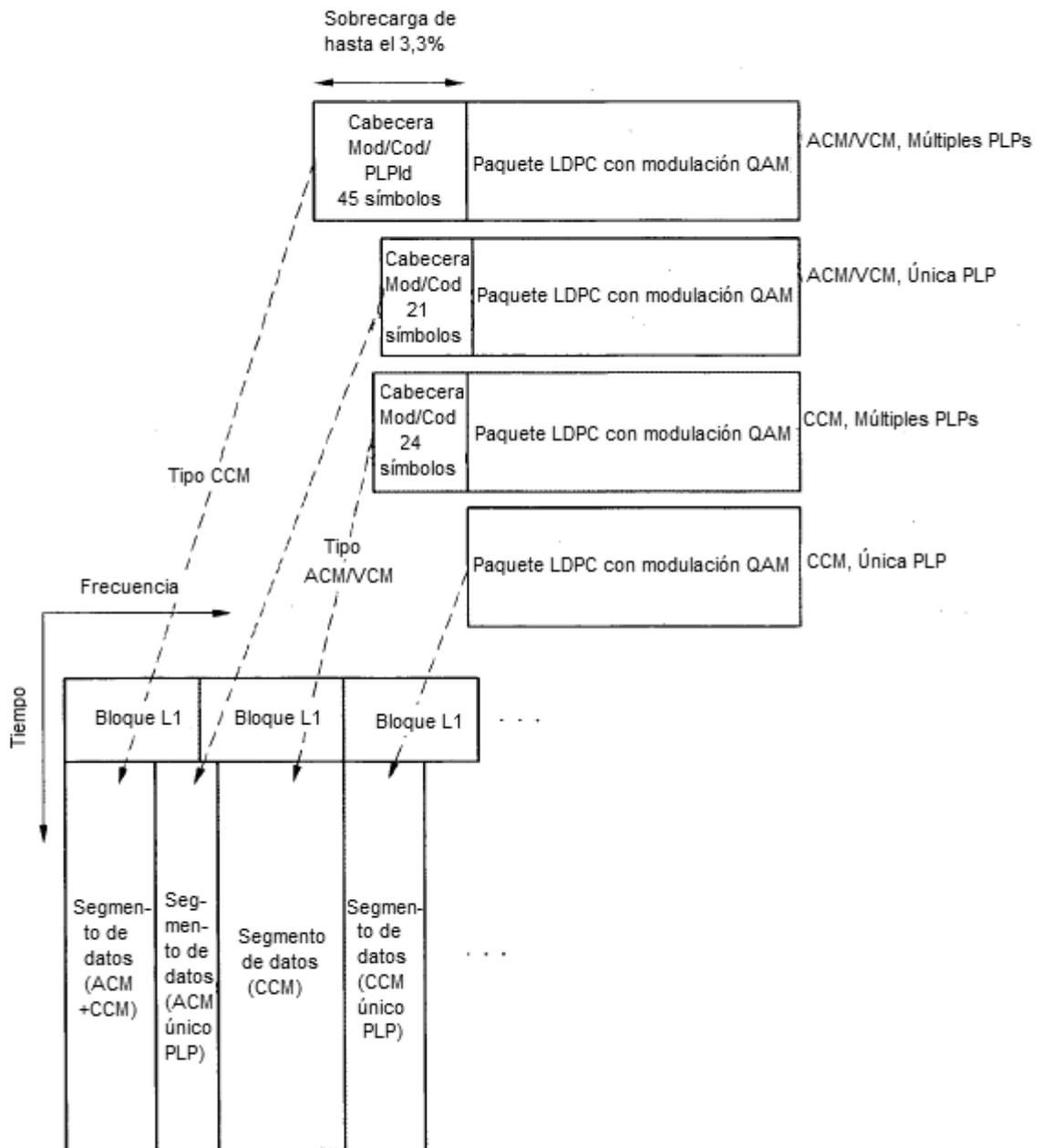


Fig. 80

Campo	Bits	
L1_size	14	Tamaño de bloque L1 (bits)
num_chbon	3	Nº de canales unidos
num_dslice	8	Nº de segmentos de datos
num_plp	8	Nº de PLPs
num_notch	5	Nº 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 en tiempo activado/desactivado
dslice_type	1	tipo de segmento de datos (CCM, ACM/VCM)
}		
for plp {		
dslice_id	8	ID datos segmentados
plp_id	8	ID PLP
plp_type	1	tipo PLP (común/datos)
plp_payload_type	5	tipo de carga útil PLP (TS, GS, ...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	Tipo de modulación PLP
plp_fec_type	1	Tipo FEC PLP (largo/corto)
plp_cod	3	Tasa de código 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	anchura de banda de ranura
}		
gi	1	modo 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 de bloque es transmitido en el primer bloque LDPC (longitud fija más corta=192 bits)

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

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

Los campos Mod/Cod son transmitidos en el preámbulo solo para el tipo CCM

Fig. 81

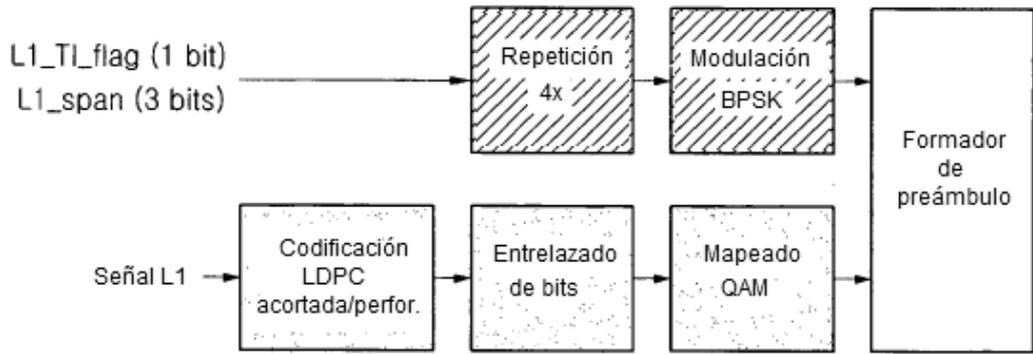


Fig. 82

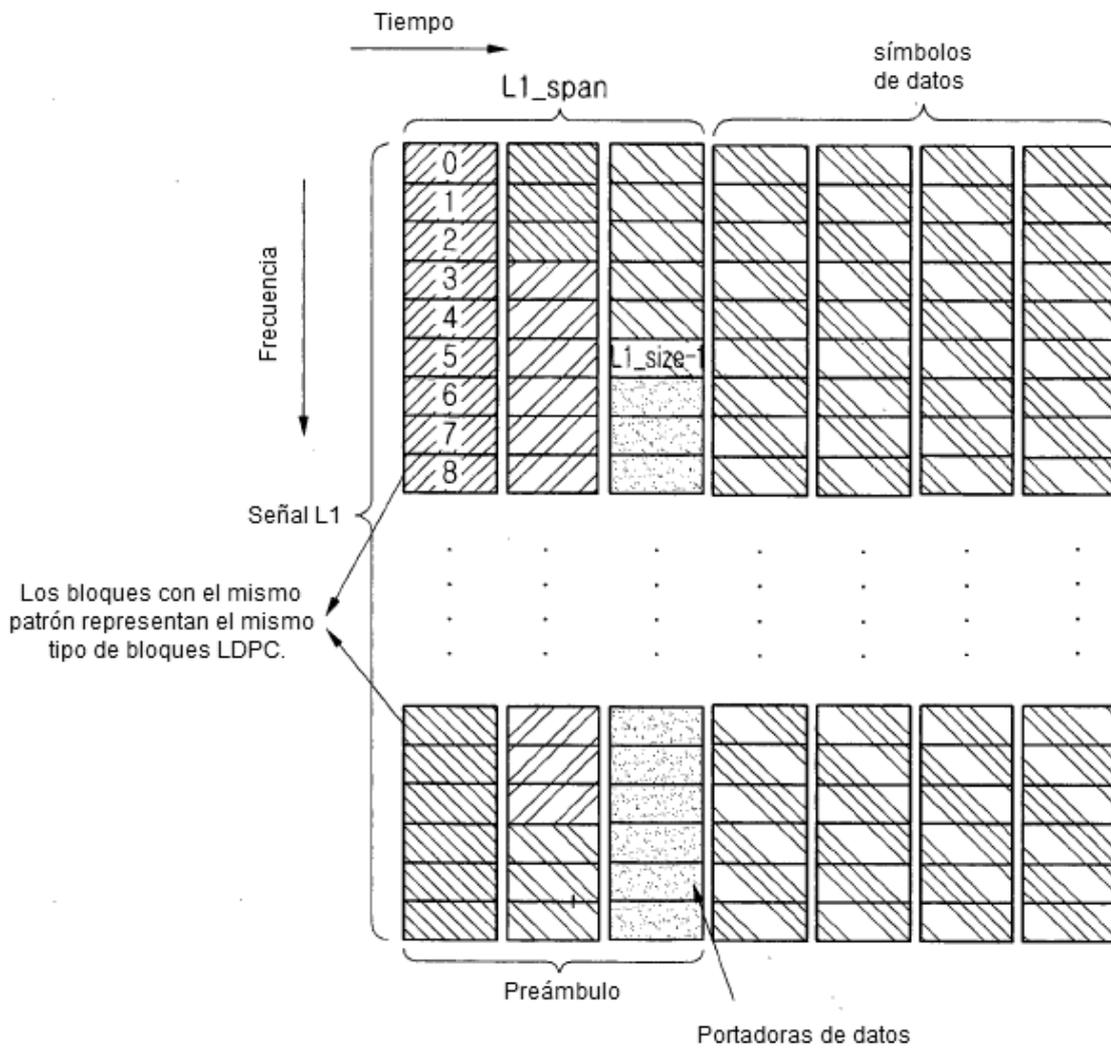


Fig. 83

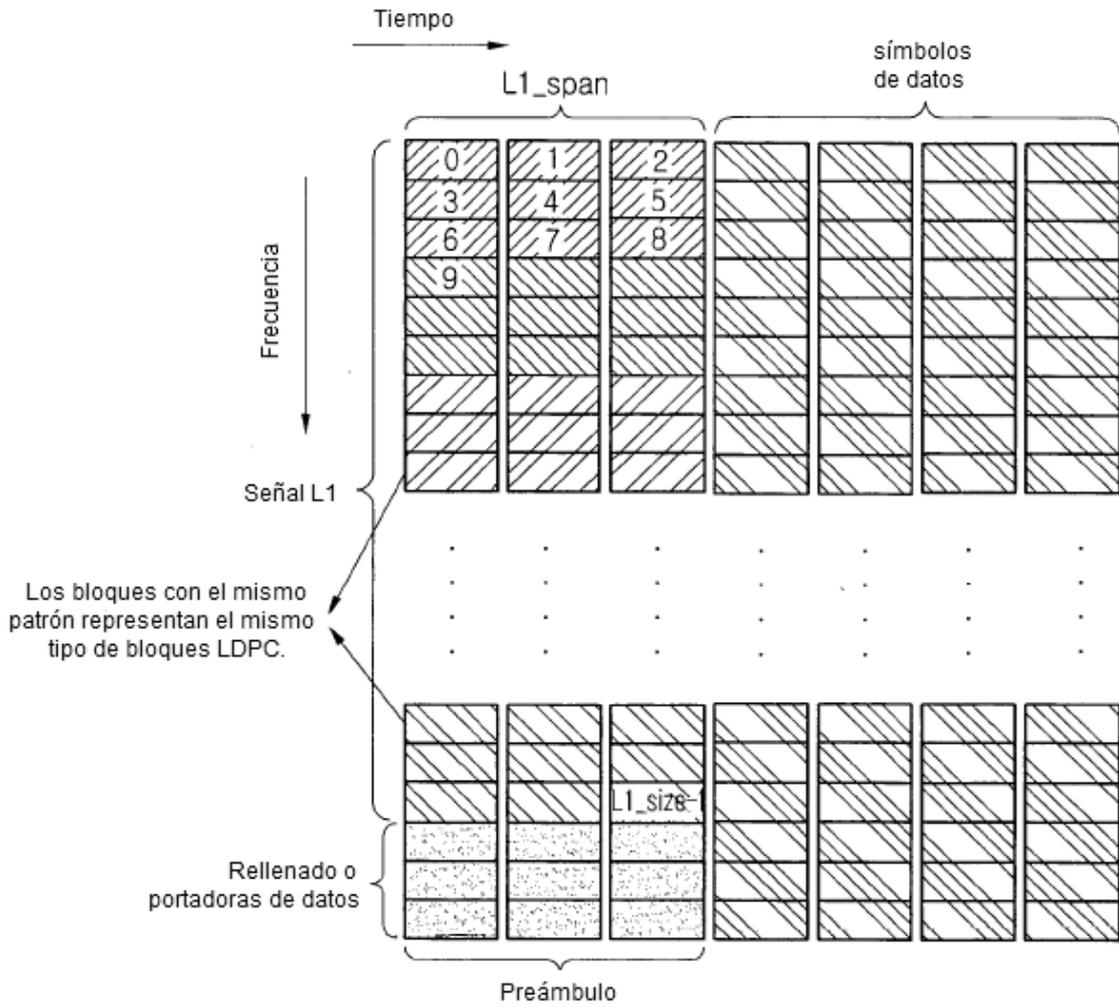


Fig. 84

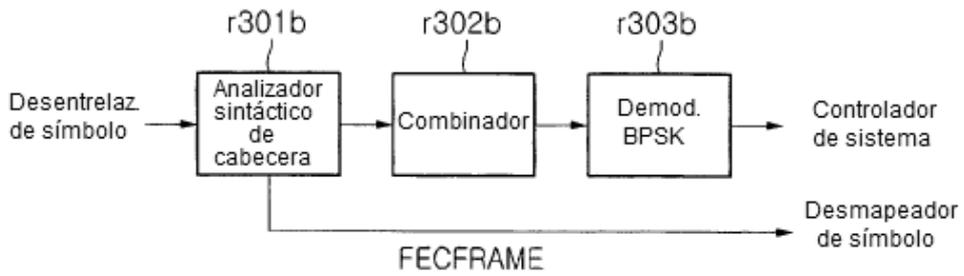


Fig. 85

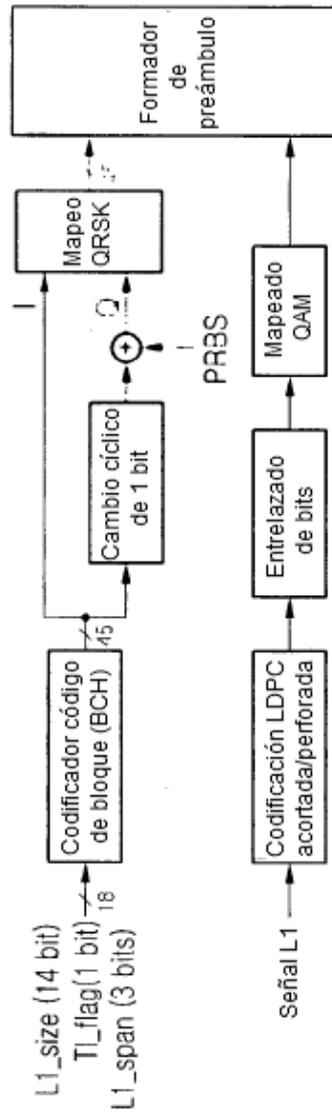


Fig. 86

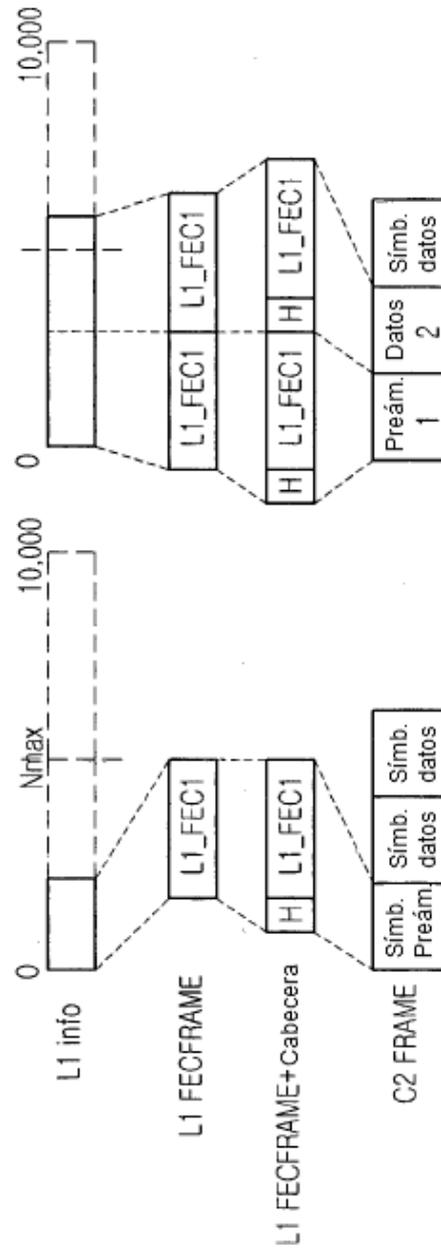


Fig. 87

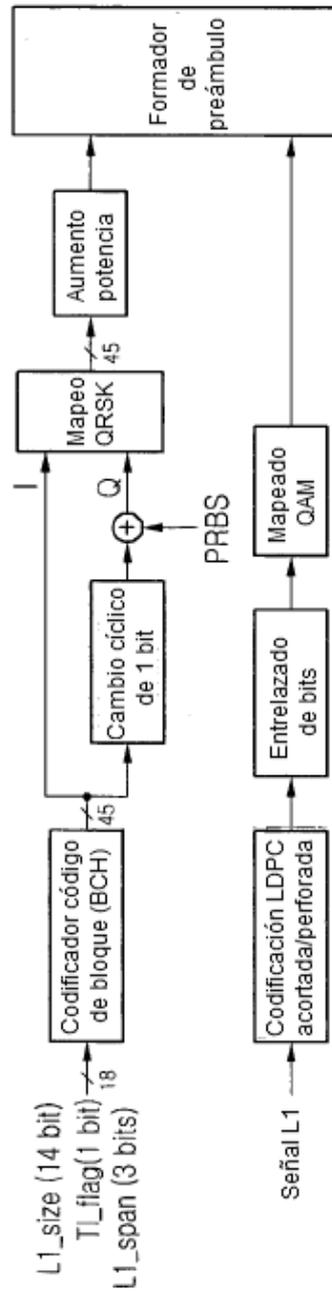


Fig. 88

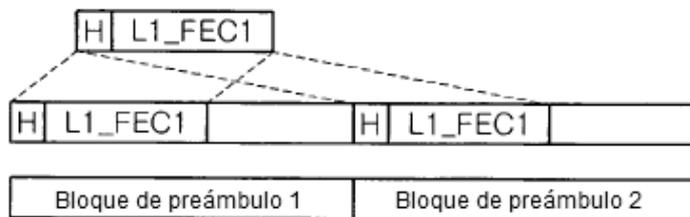


Fig. 89

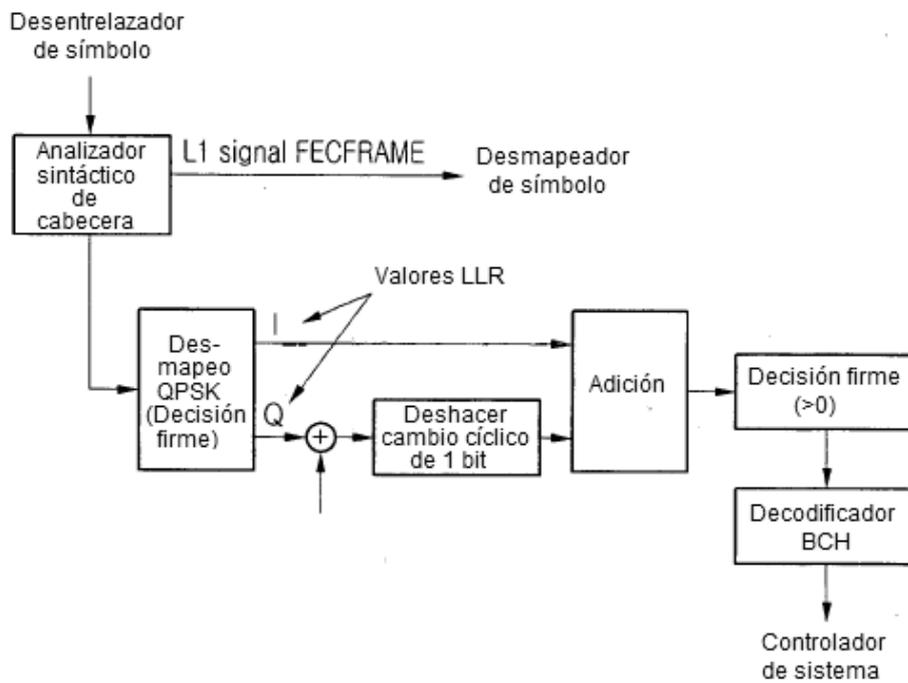


Fig. 90

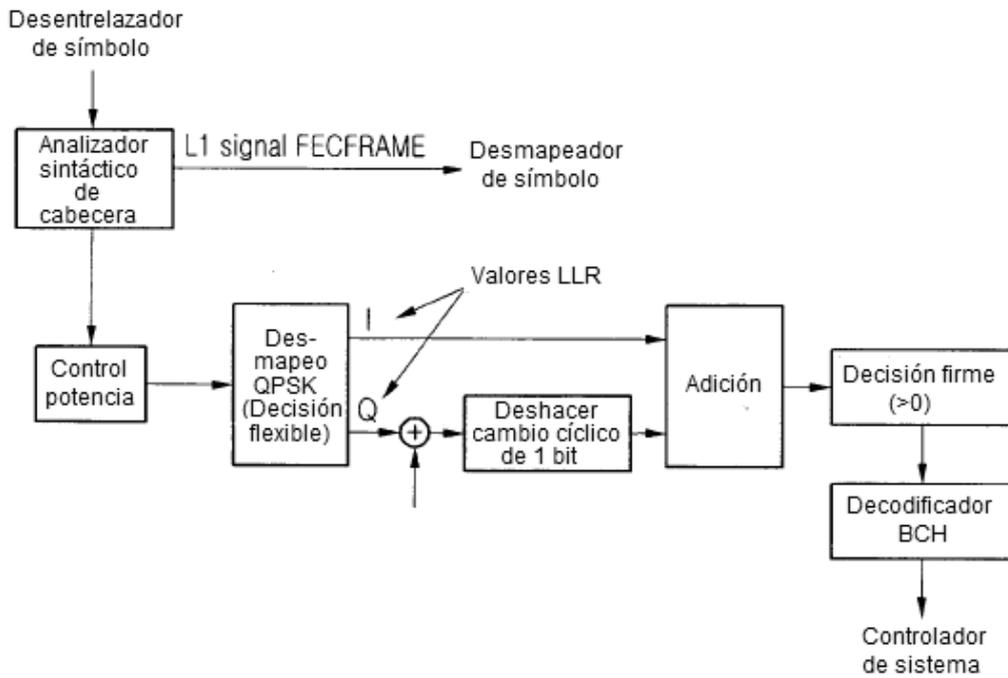


Fig. 91

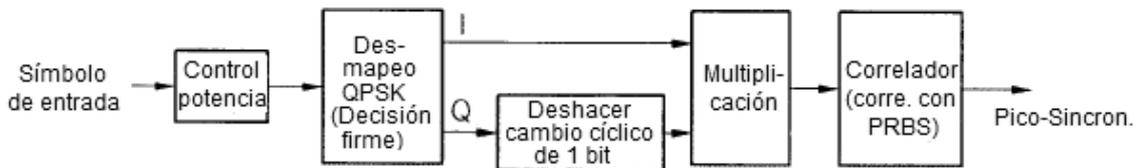


Fig. 92

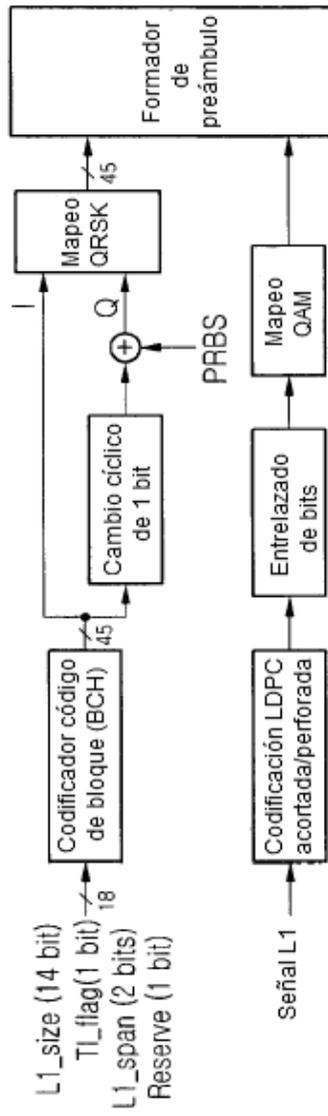


Fig. 93

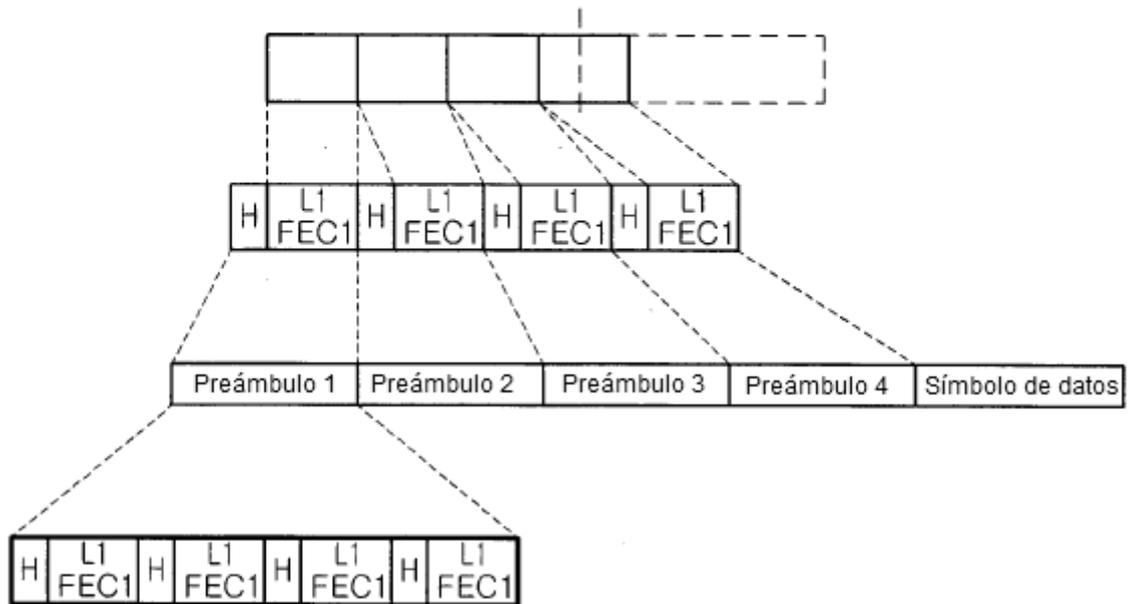


Fig. 94

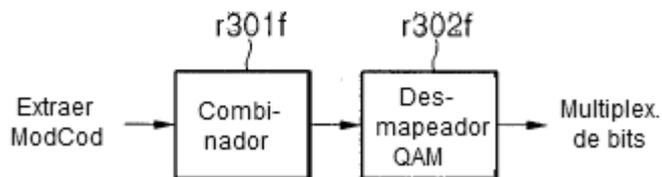


Fig. 95

Campo	Bits	
L1_size	14	Tamaño de bloque L1 (bits)
num_chbon	3	Nº de canales unidos
num_dslice	8	Nº de segmentos de datos
num_plp	8	Nº de PLPs
num_notch	5	Nº 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 en tiempo activado/desactivado
dslice_type	1	tipo de segmento de datos (CCM, ACM/VCM)
}		
for plp {		
dslice_id	8	ID datos segmentados
plp_id	8	ID PLP
plp_type	1	tipo PLP (común/datos)
plp_payload_type	5	tipo de carga útil PLP (TS, GS, ...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	Tipo de modulación PLP
plp_fec_type	1	Tipo FEC PLP (largo/corto)
plp_cod	3	Tasa de código PLP
plp_start	21	Dirección inicio 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	anchura de banda de ranura
}		
gi	1	modo intervalo de seguridad
sframe_id	16	ID de supertrama
frame_id	16	ID de trama
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
<b>Total</b>	<b>19458</b>	

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

Fig. 96

Campo	Bits	
L1_size	14	Tamaño de bloque L1 (bits)
num_chbon	3	Nº de canales unidos
num_dslice	8	Nº de segmentos de datos
num_plp	8	Nº de PLPs
num_notch	5	Nº 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 en tiempo activado/desactivado
dslice_type	1	tipo de segmento de datos (CCM, ACM/VCM)
}		
for plp {		
dslice_id	8	ID datos segmentados
plp_id	8	ID PLP
plp_type	1	tipo PLP (común/datos)
plp_payload_type	5	tipo de carga útil PLP (TS, GS, ...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	Tipo de modulación PLP
plp_fec_type	1	Tipo FEC PLP (largo/corto)
plp_cod	3	Tasa de código PLP
plp_start	14	Dirección inicio 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	anchura de banda de ranura
}		
gi	1	modo intervalo de seguridad
sframe_id	16	ID de supertrama
frame_id	16	ID de trama
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
<b>Total</b>	<b>17666</b>	

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

Fig. 97

Longitud LDPC	Tipo QAM	Símbolos 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

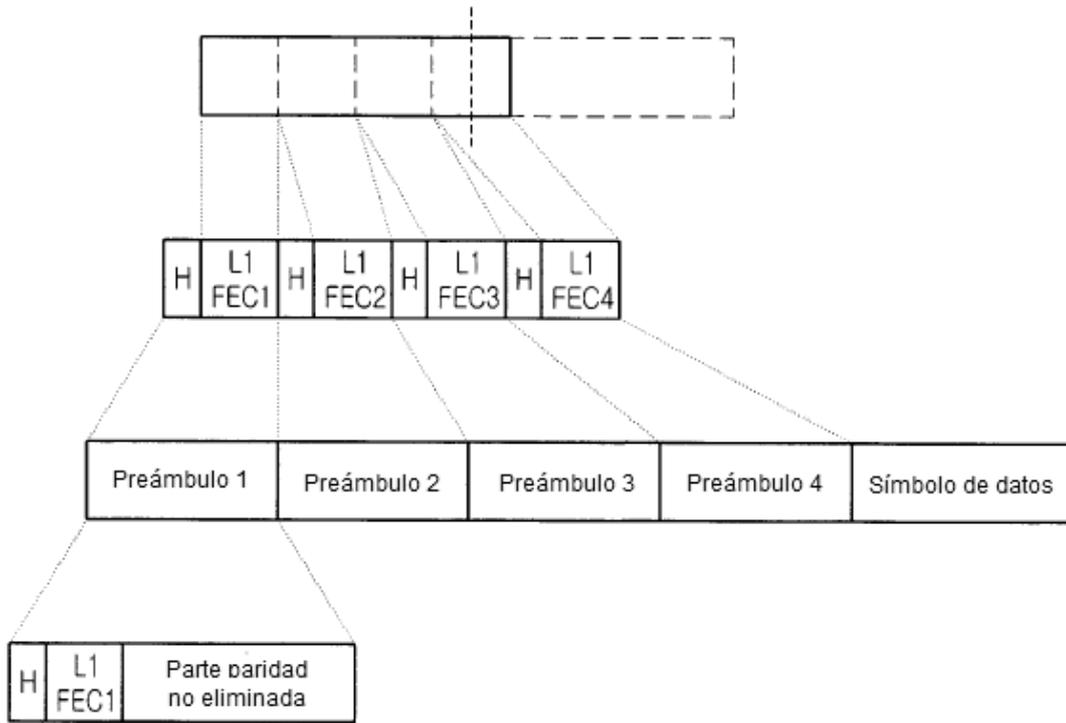


Fig. 99

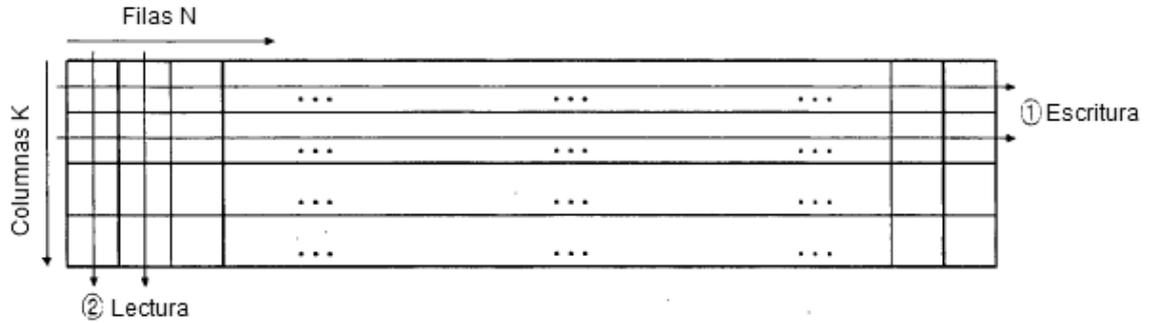


Fig. 100

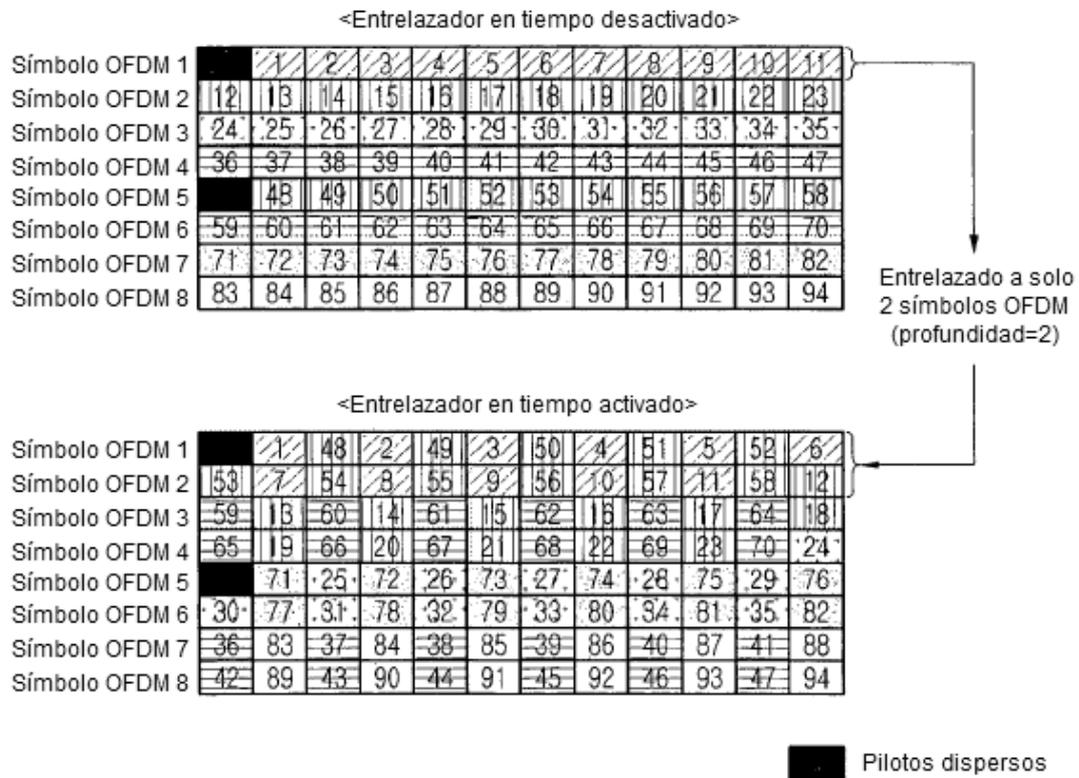


Fig. 101

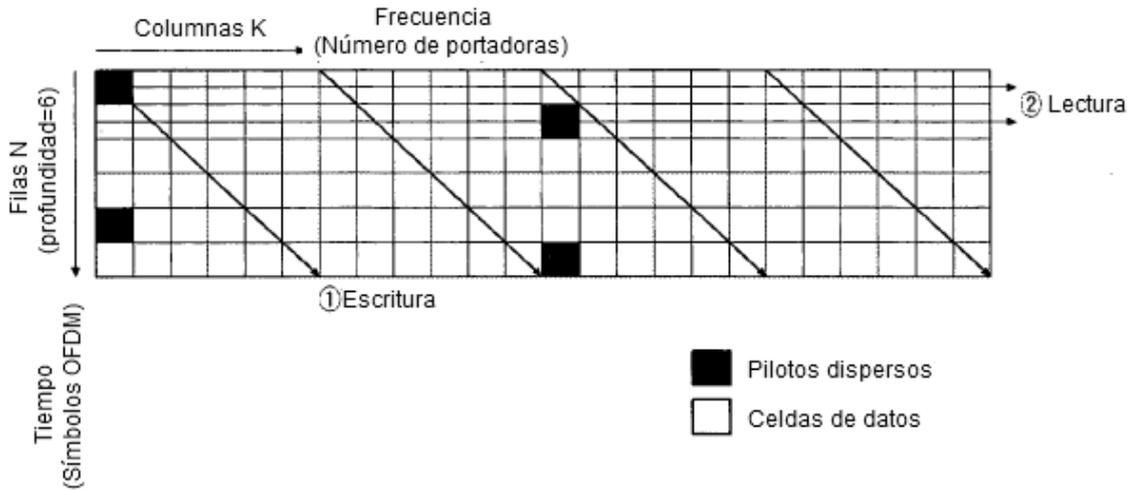


Fig. 102

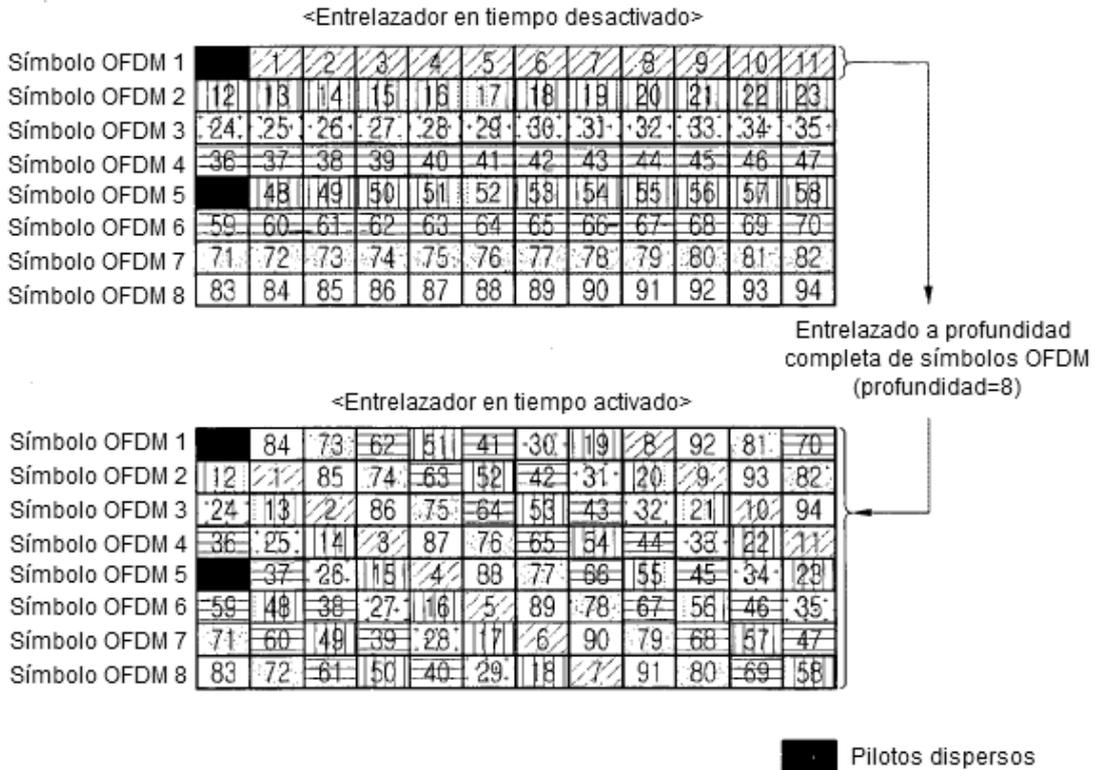


Fig. 103

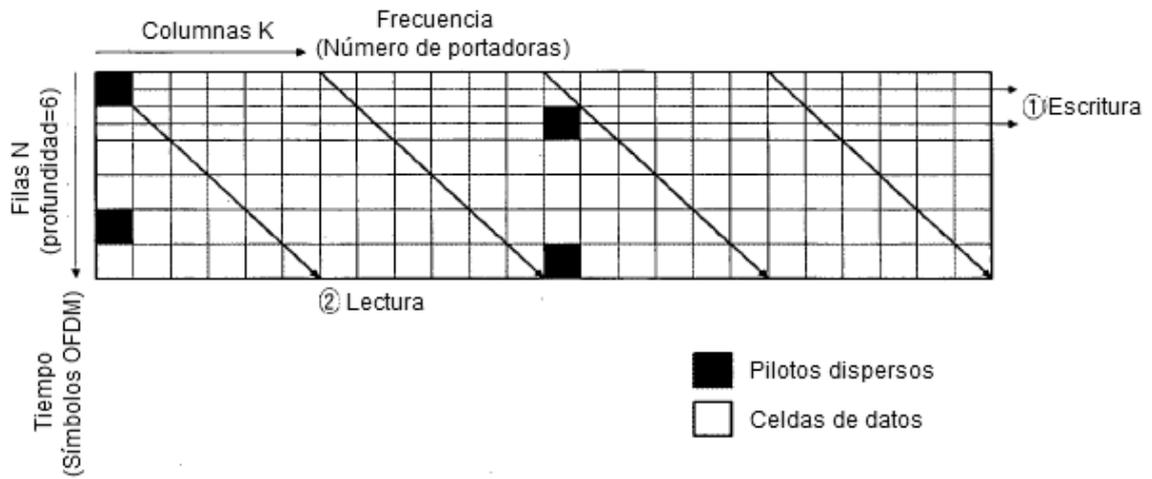


Fig. 104

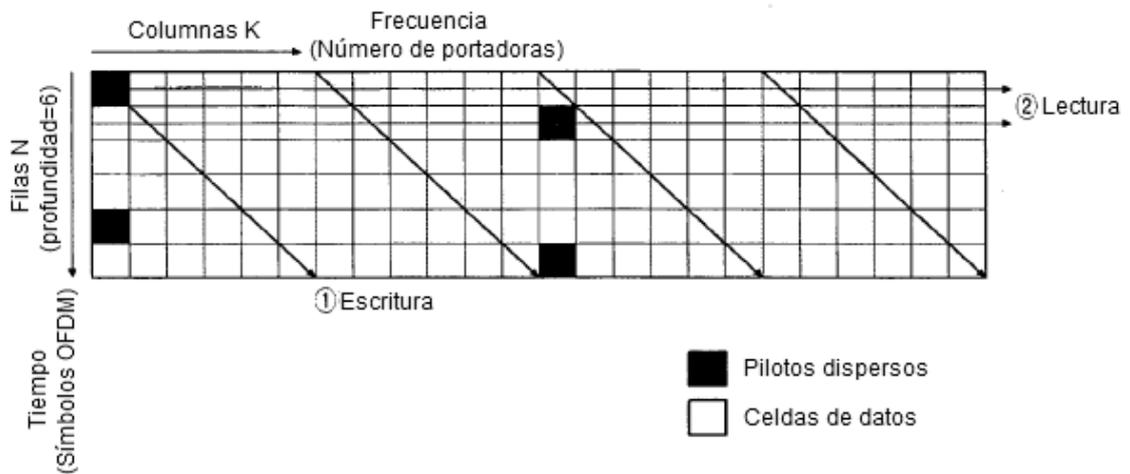


Fig. 105

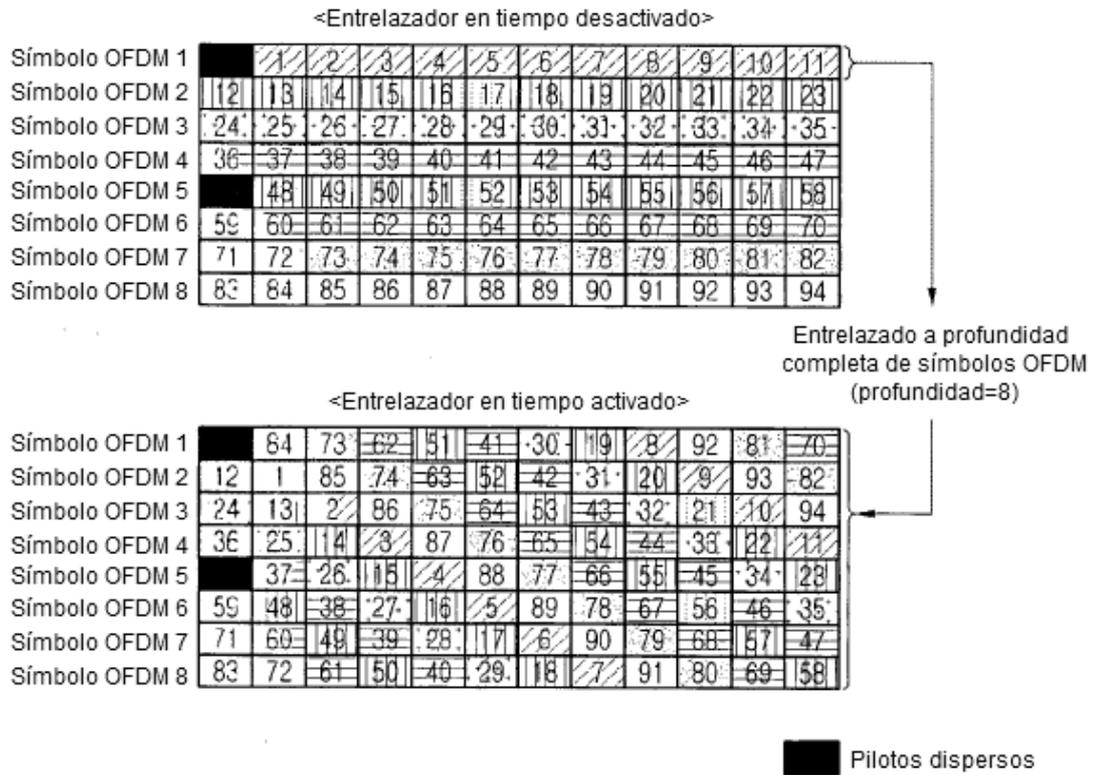
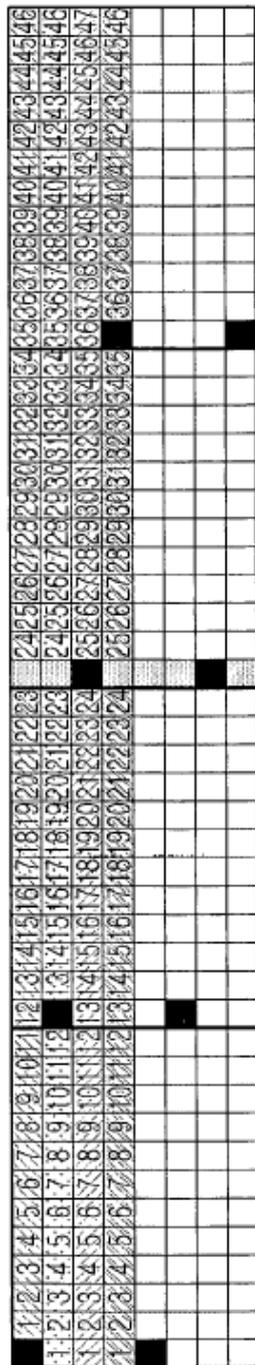
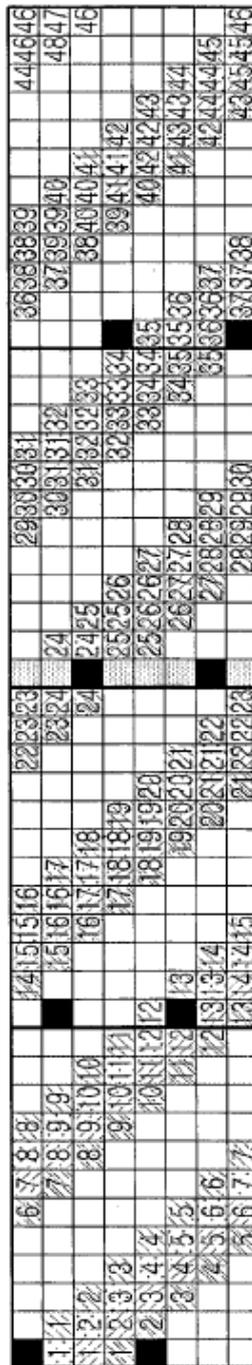


Fig. 106



Después de aplicar el entrelado en el tiempo



Antes de aplicar el entrelado en el 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° de celdad dentro del bloque TI

Sobrecarga de memoria = 2%

Fig. 107

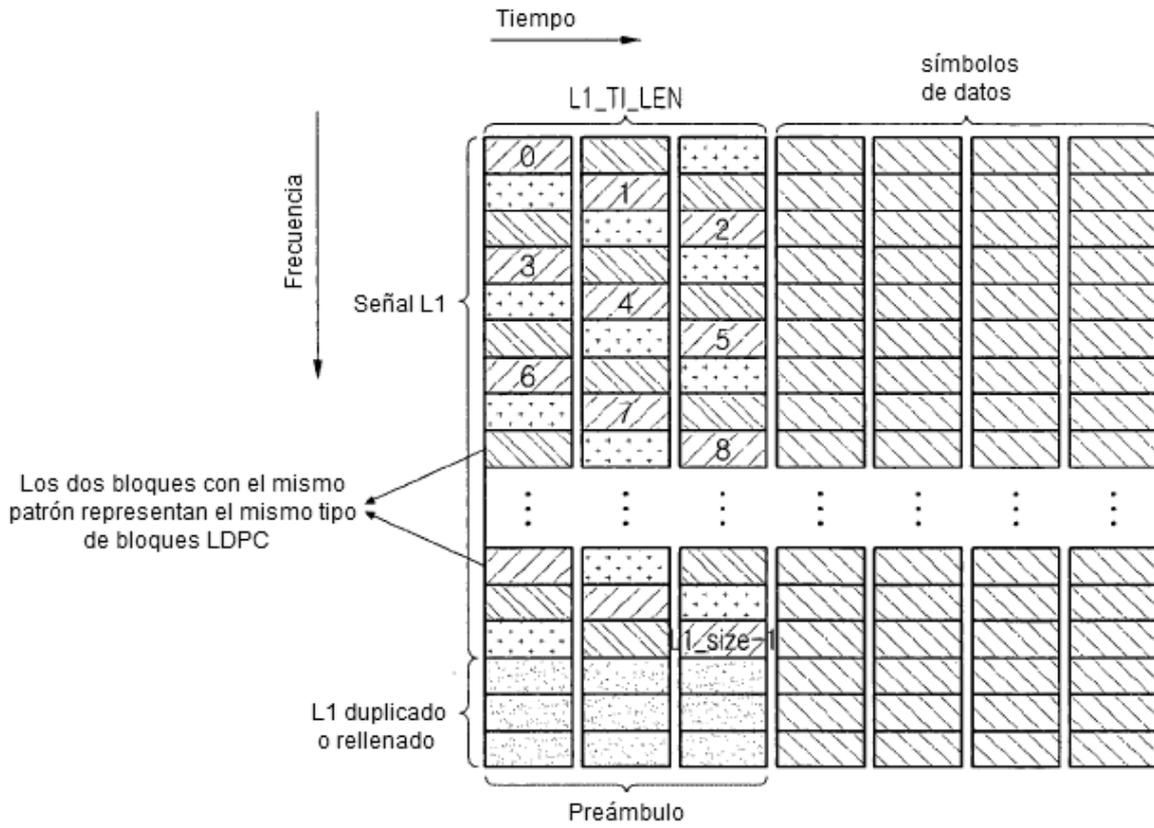


Fig. 108

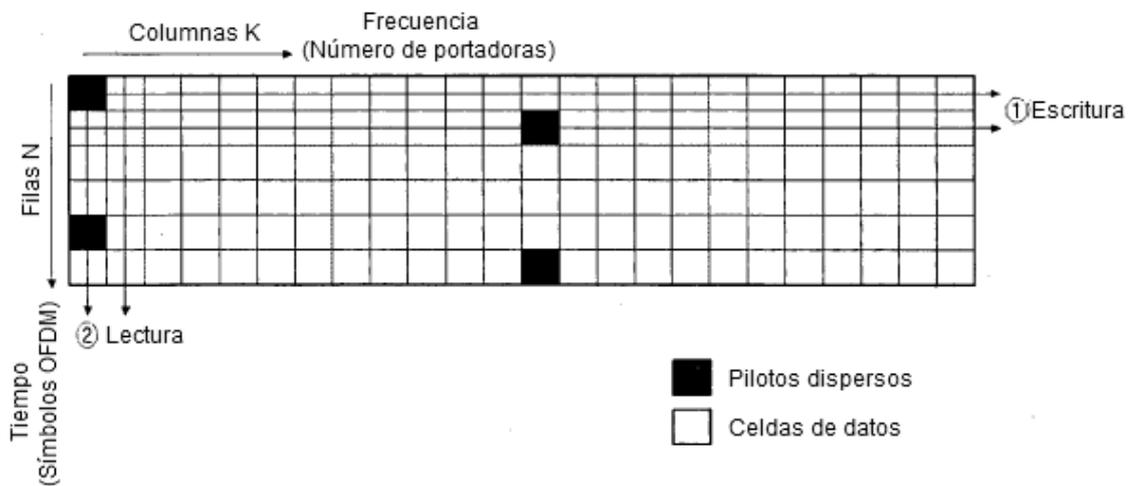


Fig. 109

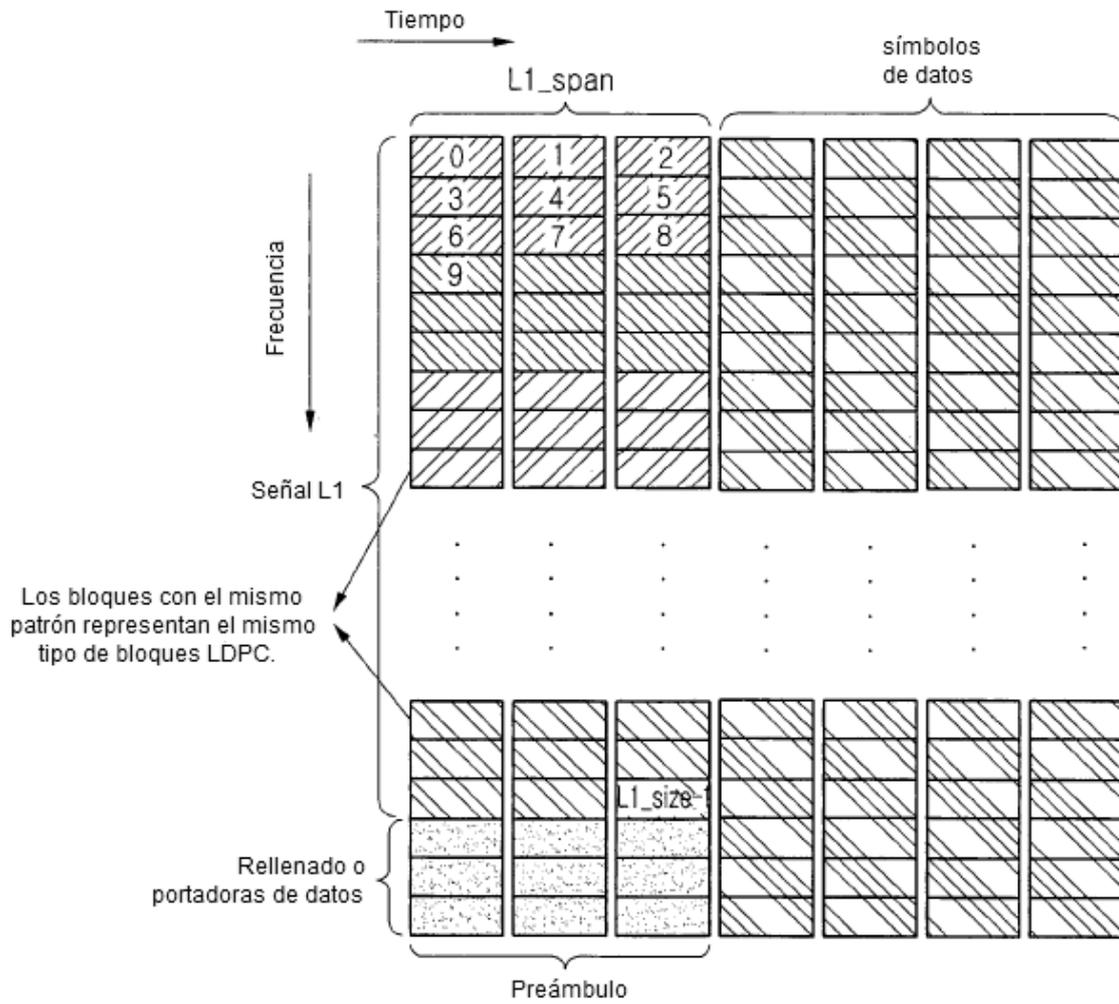


Fig. 110

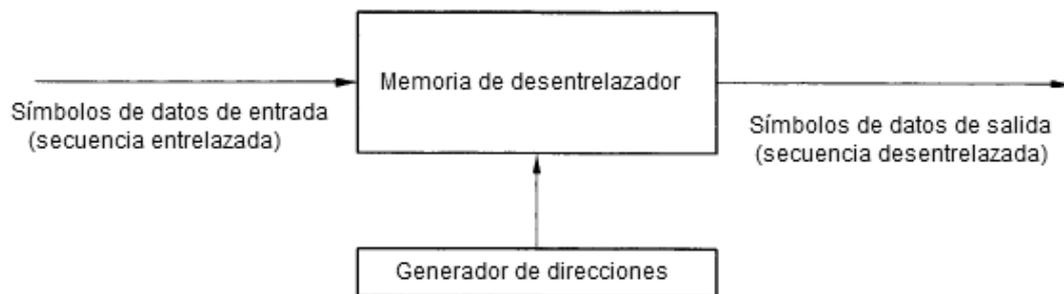




Fig. 112

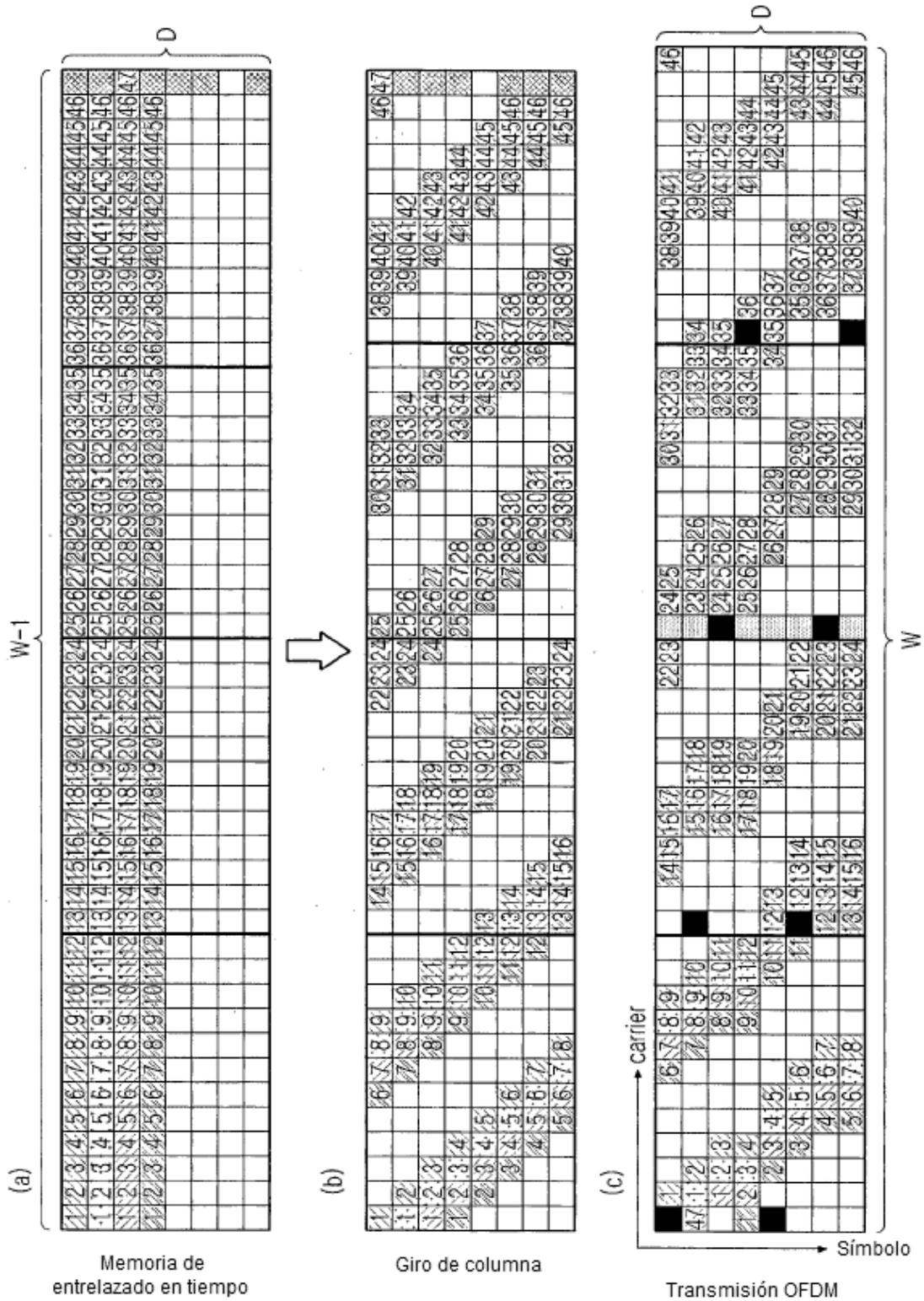


Fig. 113

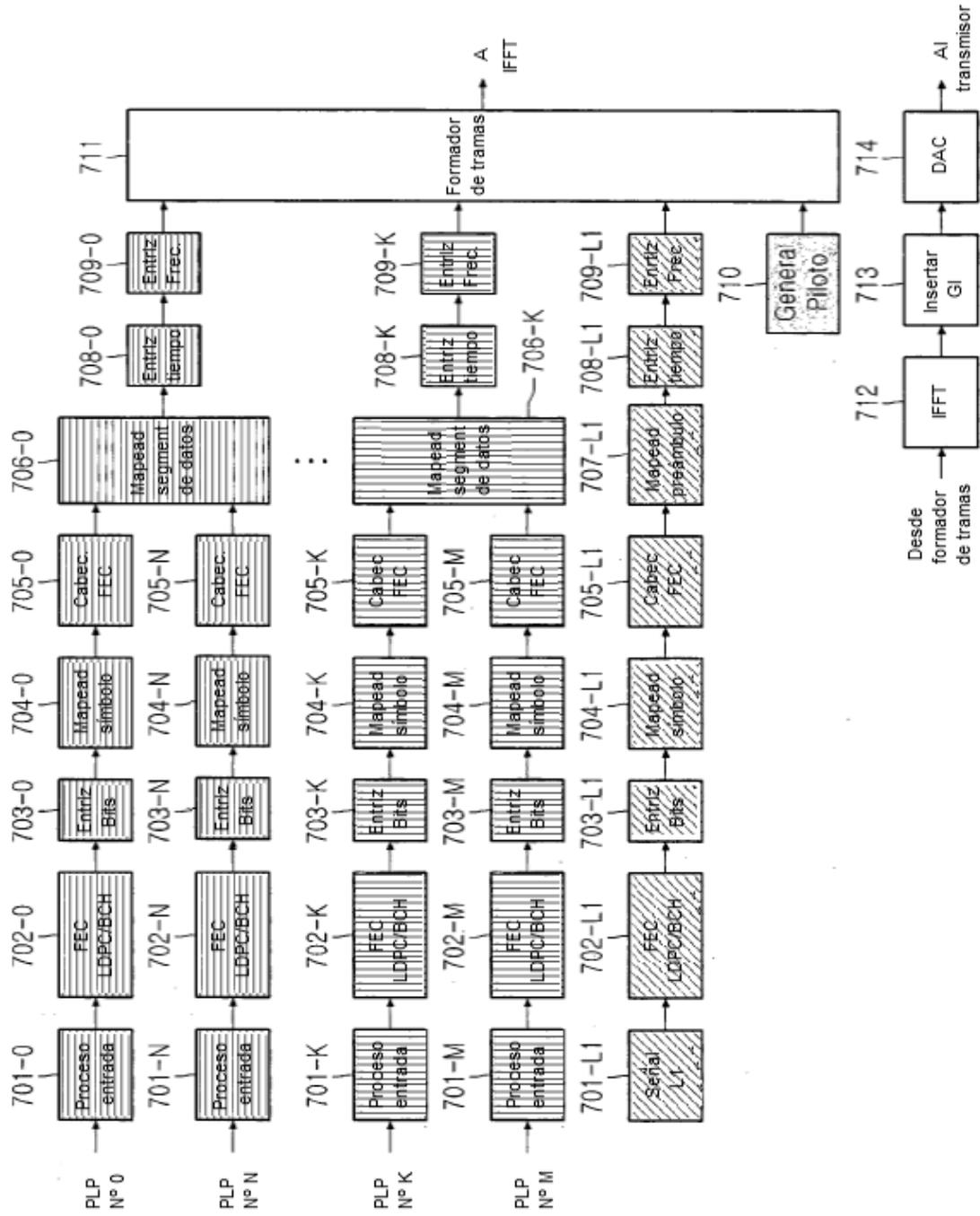


Fig. 114

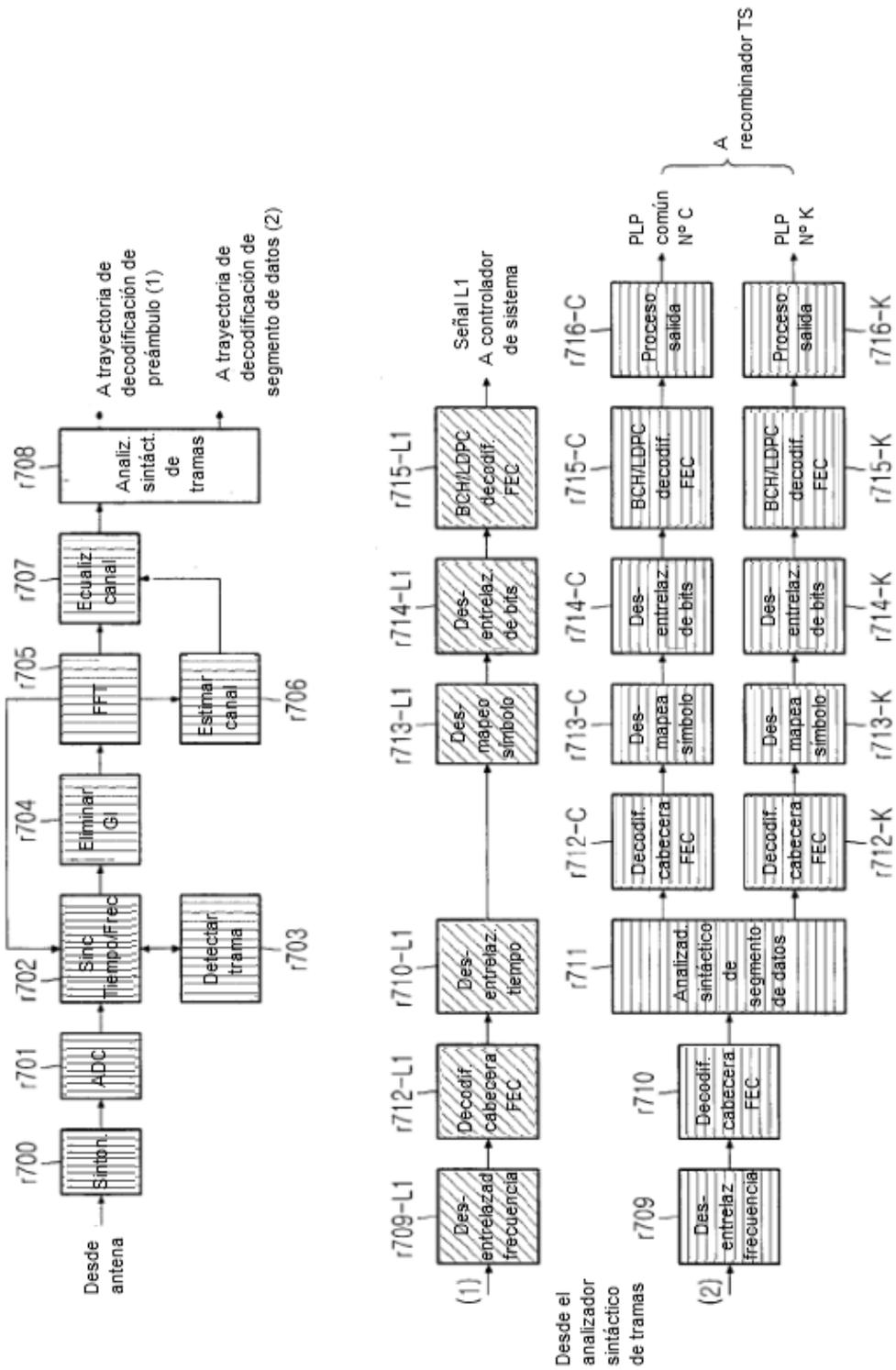


Fig. 115

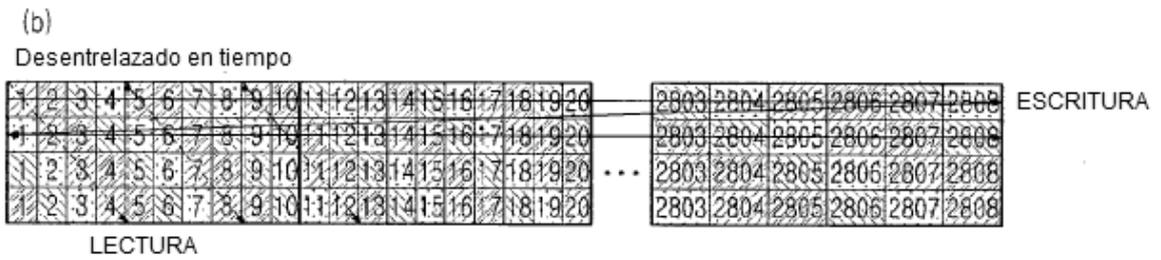
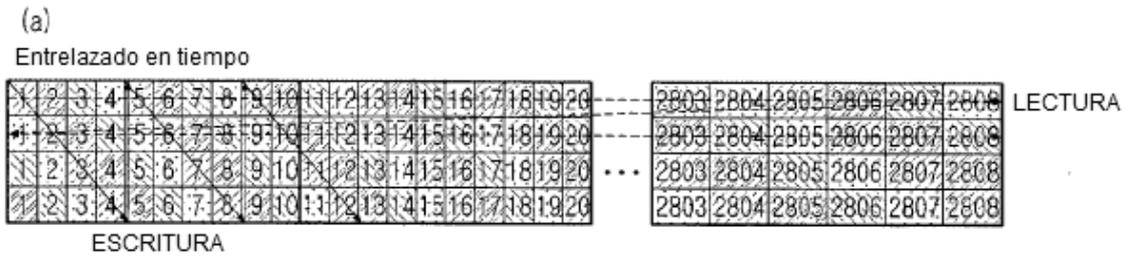


Fig. 116

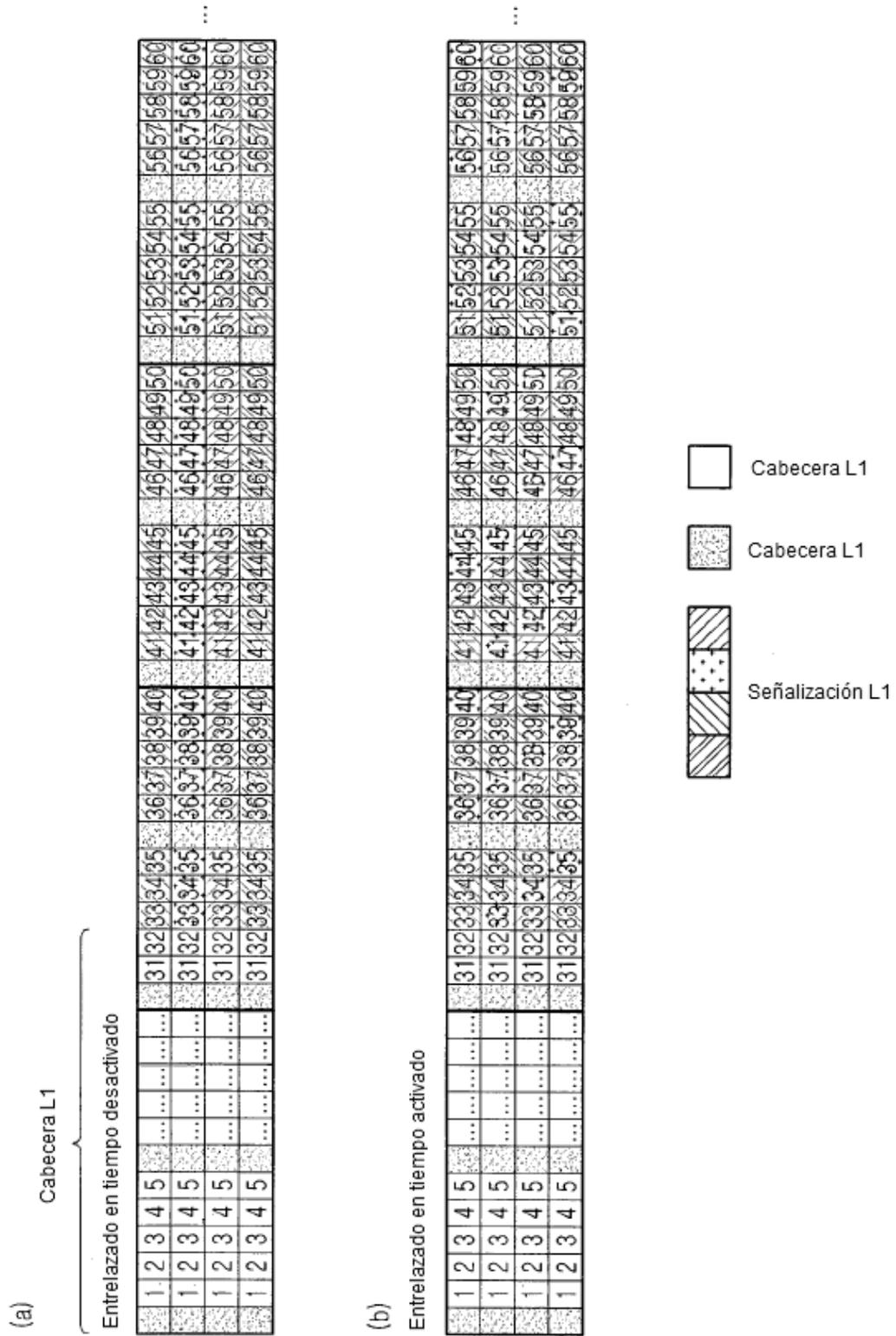




Fig. 118

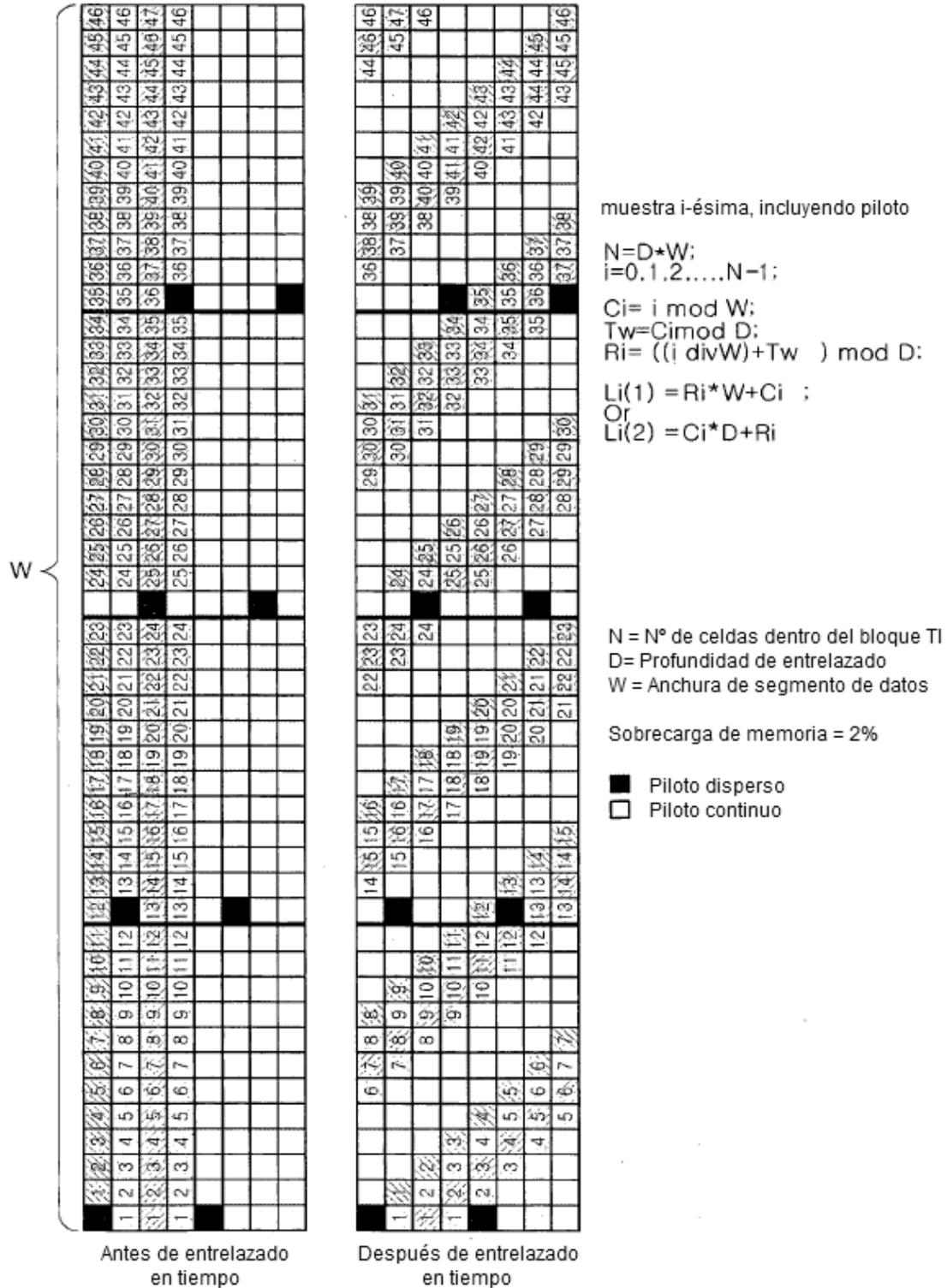


Fig. 119

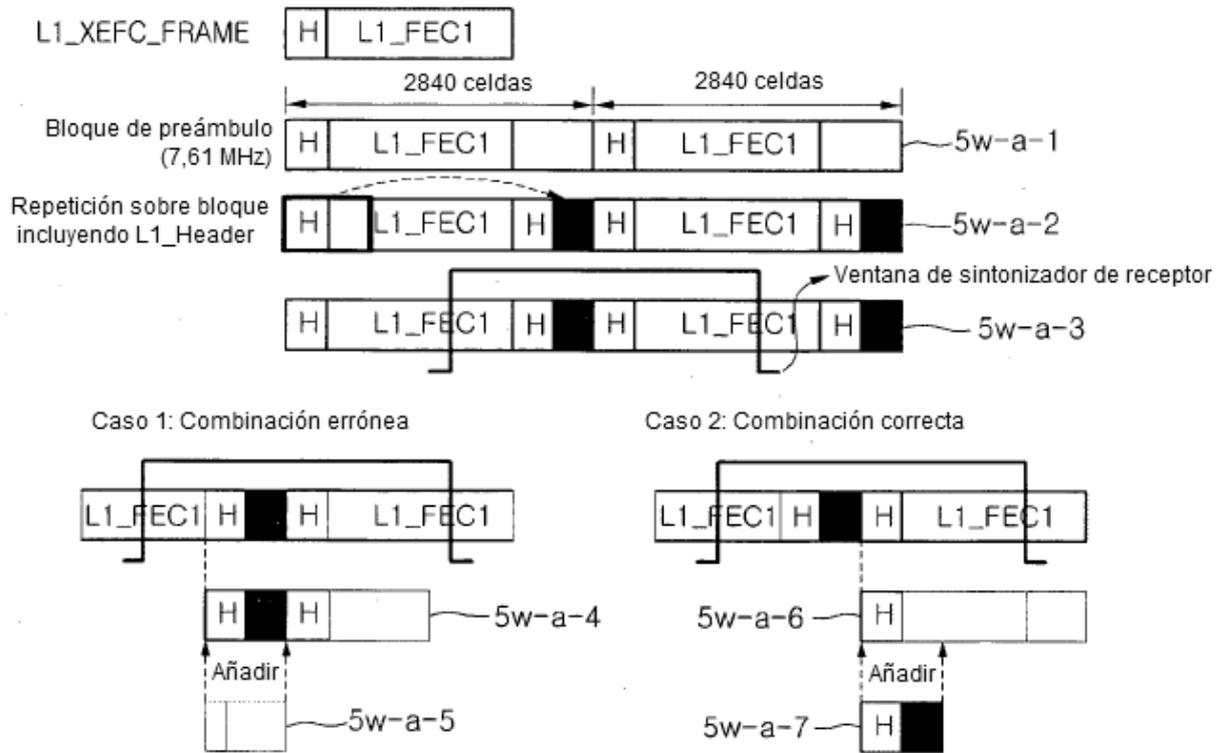


Fig. 120

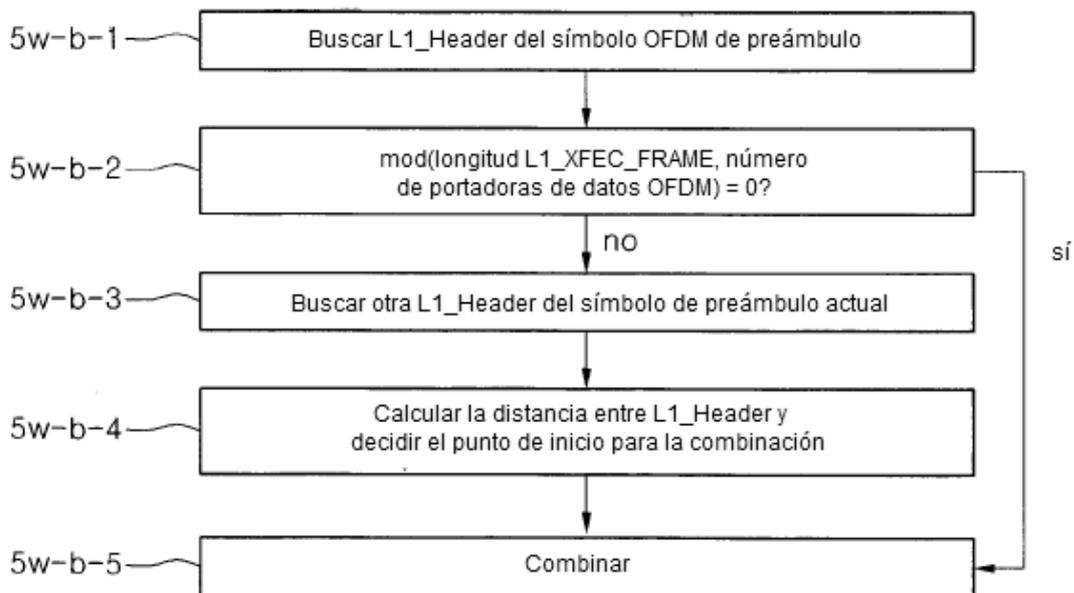


Fig. 121

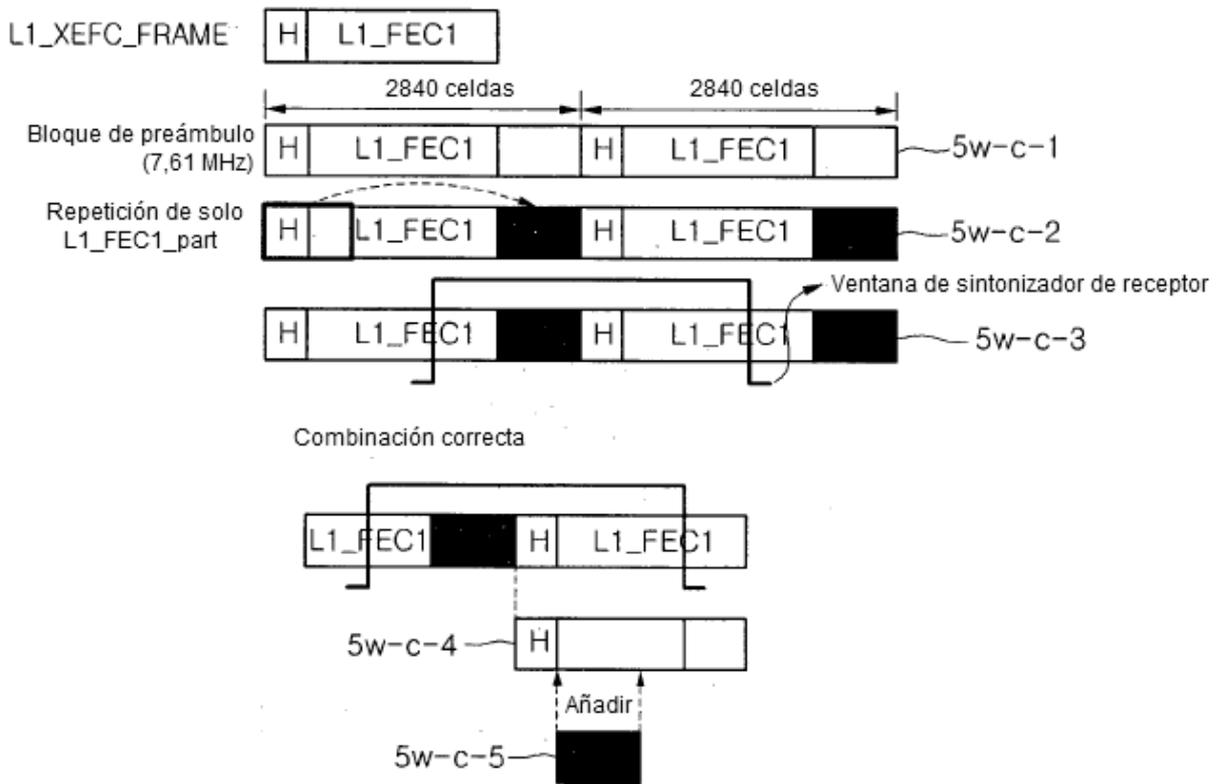


Fig. 122

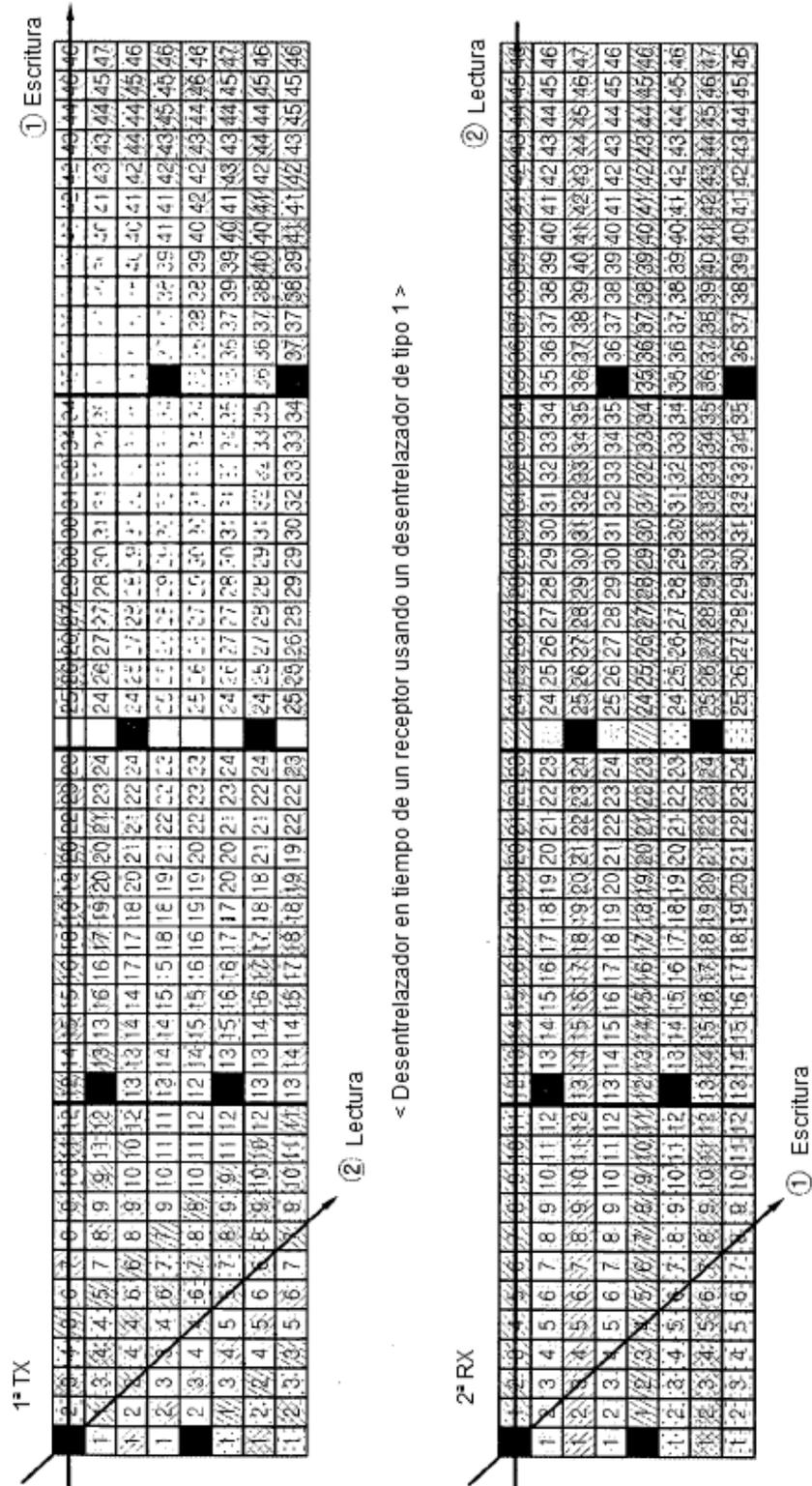


Fig. 123

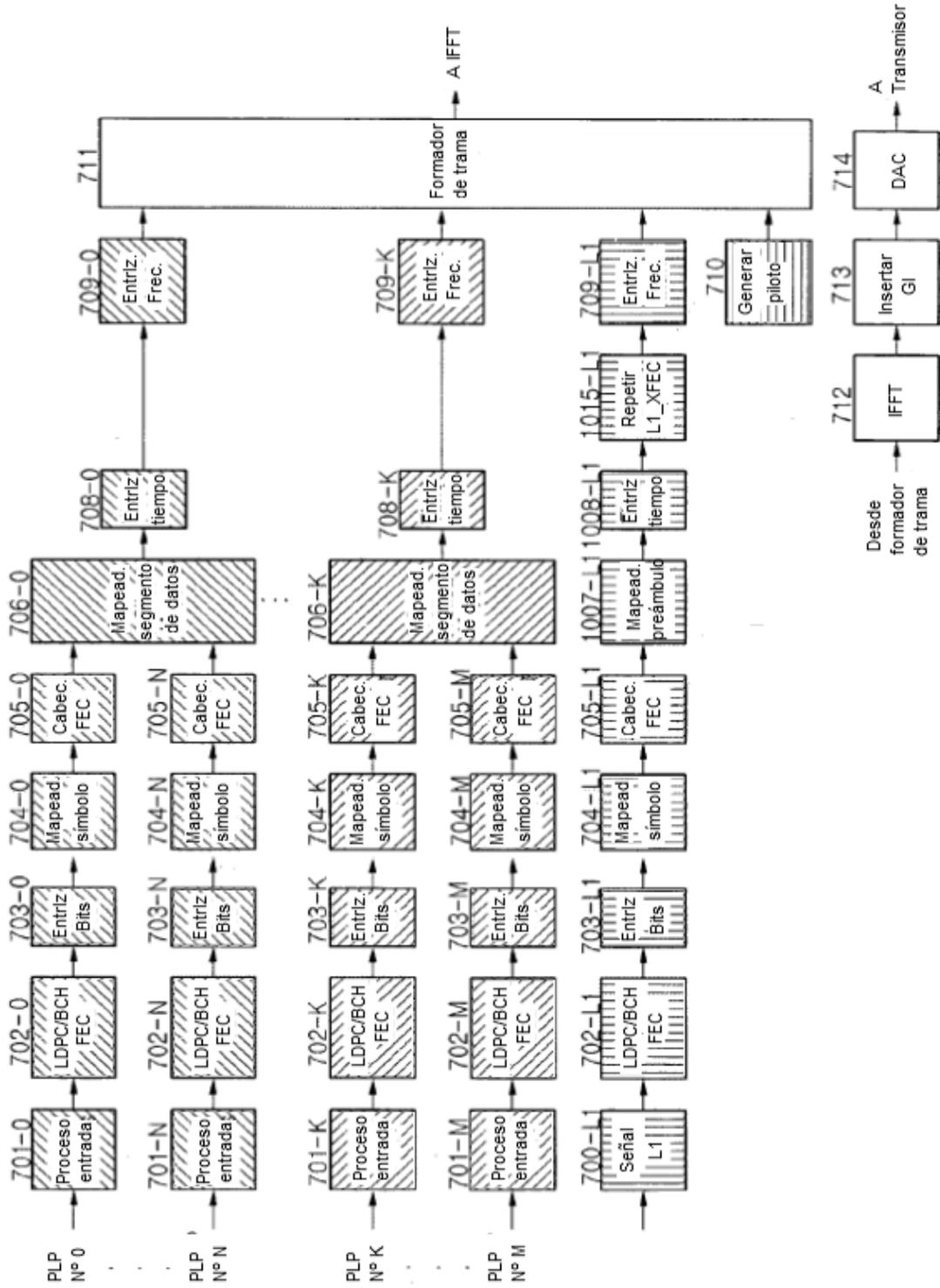


Fig. 124

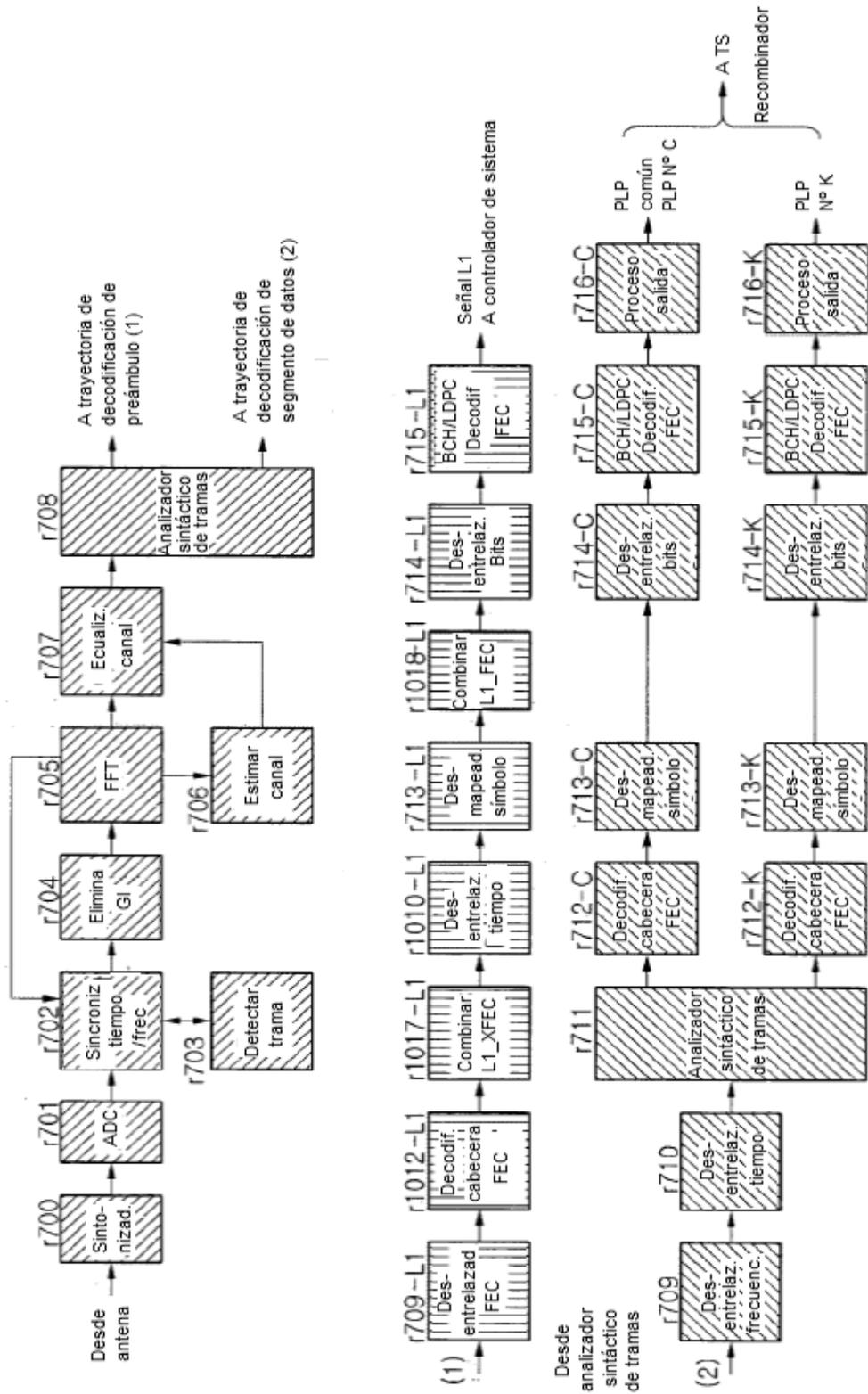
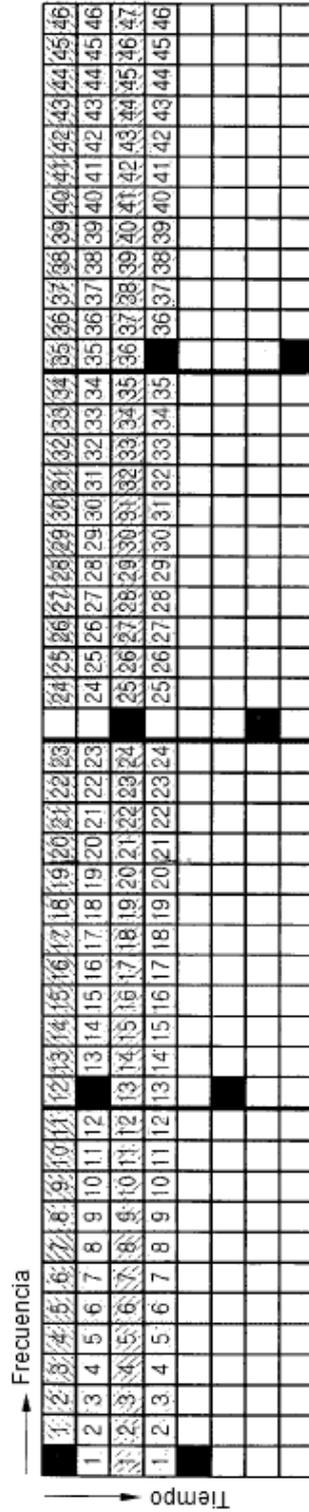
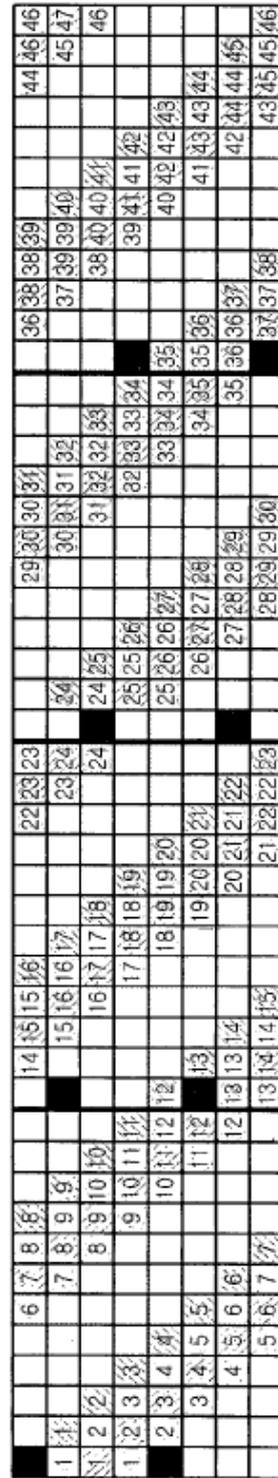


Fig. 125



Entrelazado en tiempo desactivado



Entrelazado en tiempo activado

Fig. 126

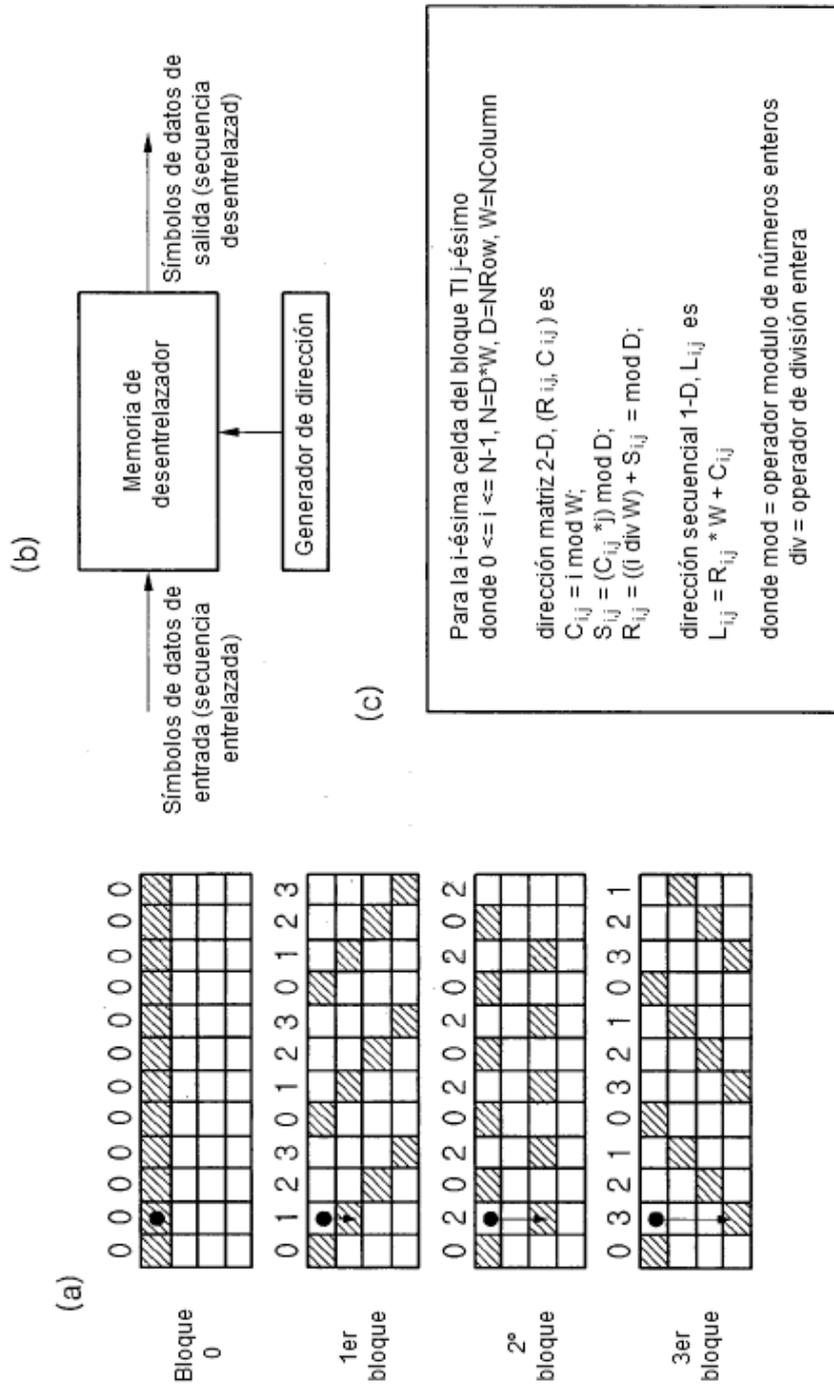


Fig. 127

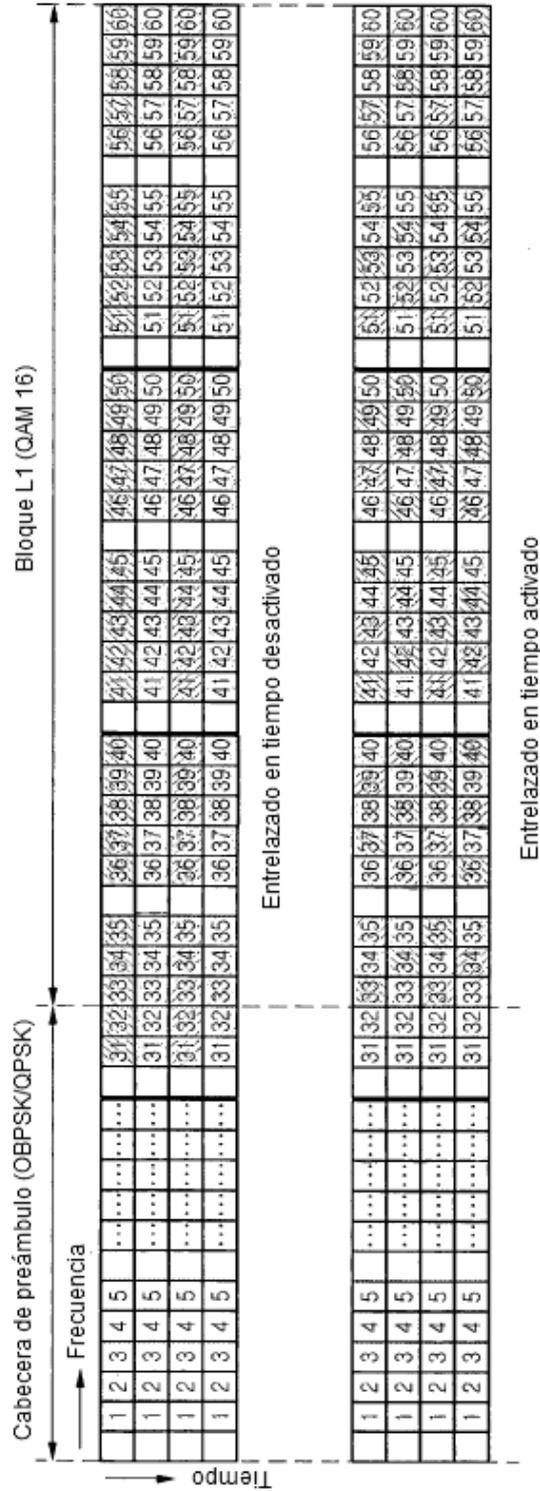


Fig. 128

