(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 391 169**

(51) Int. Cl.:
H04L 27/26 (2006.01)
H04L 27/34 (2006.01)
H04L 1/00 (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **11171323 .6**
(96) Fecha de presentación: **03.06.2009**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2387194**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **16.11.2011**

(54) Título: **Aparato para transmitir y recibir una señal y método para transmitir y recibir una señal**

(30) Prioridad:
23.01.2009 US 146657 P

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.11.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.11.2012

(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

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

ES 2 391 169 T3

DESCRIPCIÓN

Aparato para transmitir y recibir una señal y método para transmitir y recibir una señal

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Campo de la invención

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

Descripción de la técnica relacionada

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

La Difusión de Video Digital (DVB)-C2 es la tercera especificación que se une a la familia DVB de sistemas de transmisión de segunda generación. Desarrollada en 1994, hoy DVB-C está desplegada 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 códigos de comprobación de paridad de Baja densidad (LDPC) y BCH. Esta potente corrección de error sin canal de retorno (FEC) proporciona una mejora de alrededor de 5 dB de relación portadora a ruido sobre DVB-C. Esquemas apropiados de intercalado de bits optimizan la robustez general del sistema de FEC. Extendidos por una cabecera, estas tramas se llaman Conductos de Capa Física (PLP). Uno o más de estos PLP se multiplexan en un segmento de datos. El intercalado de dos dimensiones (en el dominio de tiempo y de frecuencia) se aplica a cada segmento permitiendo al receptor eliminar el impacto de los deterioros de ráfagas y la interferencia de frecuencia selectiva, tal como una entrada frecuencia única.

Con el desarrollo de estas tecnologías digitales de radiodifusión, un requisito de un servicio tal como un aumento de señal de vídeo y señal de audio y el tamaño de los datos deseados por los usuarios o el número de canales de difusión aumenta gradualmente.

Resumen de la invención

En consecuencia, la presente invención se dirige a un método para transmitir y recibir una señal y un aparato para transmitir y recibir una señal que sustancialmente obvia uno o más problemas debidos a las limitaciones y desventajas de la técnica relacionada.

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

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 son capaces de mejorar la capacidad de corrección de errores de bits que configuran un servicio.

Las ventajas, objetos y rasgos adicionales de la invención se establecerán en adelante en parte en la descripción que sigue y en parte llegarán a ser evidentes a aquellos expertos habituales en la técnica tras el examen de lo siguiente. Los objetivos y ventajas de la invención se pueden realizar y alcanzar por la estructura particularmente señalada en la descripción escrita y las reivindicaciones de la misma así como por los dibujos adjuntos.

Para lograr los objetivos, un primer aspecto de la presente invención proporciona un transmisor para transmitir datos de difusión a un receptor, el transmisor que comprende: un primer codificador para datos de señalización de Capa 1 de codificación; un primer codificador LDPC configurado para codificar a LDPC los datos de señalización de la Capa 1 codificados a BCH para generar al menos un bit de paridad LDPC; un medio de perforado configurado para realizar el perforado en el bit de paridad LDPC generado; un primer dispositivo de intercalado de bits configurado para intercalar bits a los datos de señalización de la Capa 1 codificados a LDPC y el bit de paridad LDPC perforado; y un primer correlacionador QAM configurado para demultiplexar los datos de señalización de la Capa 1 intercalados con bits en palabras de celda y correlacionar las palabras de celda en valores de constelación, en que el transmisor está configurado para procesar los datos de señalización de la Capa 1, los datos de señalización de la Capa 1 que tienen información de tipo PLP que indican el tipo del PLP asociado, siendo la información del tipo de PLP una de PLP común, PLP de datos agrupados y PLP de datos normales, siendo el PLP común un PLP especial que contiene datos compartidos por múltiples PLP.

En otro aspecto, la presente invención proporciona un receptor para el procesamiento de datos de difusión, el receptor que comprende: a descorrelacionador QAM configurado para descorrelacionar los valores de la constelación correspondientes a los datos de señalización de la Capa 1 en las palabras de celda y para multiplexar las palabras de celda descorrelacionadas en los datos de señalización de la Capa 1; un desintercalador de bits configurado desintercalar los bits de los datos de señalización de la Capa 1 multiplexada y al menos un bit de paridad LDPC; un medio de desperforación configurado para realizar la desperforación en el bit de paridad LDPC; un descodificador LDPC configurado para descodificar a LDPC los datos de señalización de la Capa 1 y el bit de paridad LDPC desperforado; y un decodificador BCH configurado para descodificar a BCH los datos de señalización de la Capa 1 descodificada a LDPC y el bit de paridad LDPC desperforado, en que el receptor está configurado para procesar datos de señalización de la Capa 1, en el que los datos de señalización de la Capa 1 incluyen información de tipo de PLP que indica el tipo de PLP asociado, siendo el tipo de información de PLP una de PLP común, PLP de datos agrupados y PLP de datos normales, siendo el PLP común un PLP especial, que contiene datos compartidos por múltiples PLP.

Un aspecto adicional de la presente invención proporciona un método de transmisión de datos de difusión a un receptor, el método que comprende: codificación a BCH de los datos de señalización de la Capa 1; codificación a LDPC de los datos de señalización de la Capa 1 codificados a BCH para generar al menos un bit de paridad LDPC; realizar el perforado en el bit de paridad LDPC generado; intercalar el bit en los datos de señalización de la Capa 1 codificados a LDPC y el bit de paridad LDPC perforado; y demultiplexar los datos de señalización de la Capa 1 intercalada con bits en palabras de celda y correlacionar las palabras de celda en los valores de la constelación por medio de un método de correlación QAM, en el que los datos de señalización de la Capa 1 tienen información del tipo de PLP que indica el tipo de PLP asociado, siendo la información del tipo de PLP una de PLP común, PLP de datos agrupados y PLP de datos normales, siendo el PLP común un PLP especial que contiene datos compartidos mediante múltiples PLP.

Un aspecto adicional aún de la presente invención proporciona un método de recepción de datos de difusión, el método que comprende: descorrelacionar valores de constelación correspondientes a los datos de señalización de la Capa 1 en palabras de celda, multiplexar las palabras de celda descorrelacionadas en datos de señalización de la Capa 1; desintercalar de bits de los datos de señalización de la Capa 1 multiplexada y al menos un bit de paridad LDPC; realizar del desperforado en el bit de paridad LDPC; decodificar a LDPC los datos de señalización de la Capa 1 y el bit de paridad LDPC desperforado; y decodificar a BCH de los datos de señalización de la Capa 1 decodificados a LDPC y el bit de paridad LDPC desperforado, en el que los datos de señalización de la Capa 1 incluyen información del tipo de PLP que indica el tipo de PLP asociado, siendo la información del tipo de PLP una de PLP común, PLP de datos agrupados y PLP de datos normales, siendo el PLP común un PLP especial, que contiene datos compartidos por múltiples PLP.

Una realización de la invención se refiere a un sistema de transmisión digital y un método de señalización de capa física. Otra realización de la invención se refiere a la Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM), en concreto, una combinación de una QAM modificada usando Código Gray Reflejado Binario (BRGC) y una modificación que usa modulación no uniforme para una modulación eficiente.

Aún otra realización de la invención se refiere a un patrón de piloto disperso eficiente y una estructura de preámbulo para la estimación de canal y a una estructura de descodificador para realizar el patrón de piloto disperso eficiente y la estructura de preámbulo en un sistema donde se mejora la eficiencia del espectro usando unión de canales.

En concreto, la realización se refiere a una estructura de preámbulo para la mejora de la ganancia de codificación mediante el aumento de la eficiencia del espectro y un receptor para una descodificación eficiente. Además, se describen los patrones de piloto dispersos los cuales se pueden usar en la estructura del preámbulo, y una estructura del receptor. Usando patrón de piloto sugerido, es posible descodificar la señal L1 transmitida en el preámbulo en una posición de ventana de sintonizador aleatoria, sin usar la información en la información de unión de canales.

Aún otra realización de la invención se refiere a la señalización L1 optimizada para reducir la sobrecarga de señalización en el sistema de unión de canales y una estructura de receptor eficiente.

Aún otra realización de la invención se refiere a la estructura de bloque L1 que puede maximizar la eficiencia del espectro sin perforar, es decir, sin deteriorar el rendimiento.

Una realización de la invención se refiere a una estructura para señalización de L1 con una sobrecarga minimizada o una estructura de bloque L1 adaptativa para la eficiencia del espectro aumentada en un entorno de unión de canales. La estructura es capaz de adaptarse a un bloque de L1 que puede variar dependiendo de la estructura de unión de canales o del entorno del canal de transmisión.

Una realización de la invención se refiere a una estructura de intercalado apropiada para un sistema de unión de canales. La estructura de intercalado sugerida puede permitir la decodificación de un servicio requerido por el usuario en una posición de ventana de sintonizador aleatoria.

Aún otra realización de la invención se refiere a la transmisión de información de tipos de segmento de datos en una cabecera FECFRAME en un entorno de unión de canales. Los tipos de segmento de datos pueden ser o bien Codificación y Modulación Constante (CCM) o bien Codificación y Modulación Adaptativas/Codificación y Modulación Variable (ACM/VCM). La sobrecarga de señalización L1 se puede minimizar.

Aún otra realización de la invención se refiere a la transmisión de los parámetros de intercalado de tiempo de bloque L1 en una cabecera de un preámbulo. Además, se sugiere un mecanismo de protección para asegurar la robustez de la señalización.

Aún otra realización de la invención se refiere a una estructura de cabecera que puede transmitir información sobre el tamaño de la L1 de la señalización L1 que se transmite en un preámbulo y el parámetro de intercalado de tiempo en una forma de pre-L1.

Aún otra realización de la invención se refiere a una estructura de intercalado de tiempo eficiente del bloque de L1.

Aún otra realización de la invención se refiere a un método de direccionamiento que puede reducir una sobrecarga de la dirección de PLP en la estructura de señalización de L1.

Aún otra realización de la invención se refiere a un intercalador de tiempo que puede tener una profundidad de intercalado completa en un entorno de ruido de ráfagas.

Aún otra realización de la invención se refiere a preámbulos de intercalado de tiempo que puede tener una profundidad de intercalado completa.

Aún otra realización de la invención se refiere a un desintercalador eficaz que puede reducir la memoria requerida para el desintercalado a la mitad a través de la realización del desintercalado de símbolos usando una memoria intermedia única de 2-D.

Aún otra realización de la invención se refiere a una arquitectura del receptor de un sistema OFDM que usa un segmento de datos.

Aún otra realización de la invención se refiere a métodos de intercalado de tiempo y de desintercalado de tiempo para el preámbulo. Intercalando preámbulos que excluyen los pilotos, los efectos del intercalado de tiempo y de frecuencia se pueden maximizar y la memoria requerida para el desintercalado se puede minimizar.

Aún otra realización de la invención se refiere a campos de la señalización y la estructura de cabecera de la cabecera de L1 que se transmiten en símbolos de preámbulo.

Aún otra realización de la invención se refiere a singularizar L1 y un receptor que usa la señalización L1 para una difusión por cable eficiente.

Descripción de las realizaciones preferentes

Los dibujos anexos, que se incluyen para proporcionar una mayor comprensión de la invención y se incorporan en y constituyen una parte de esta solicitud, ilustran realización(es) 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) que se usa en el DVB-T europeo.

La Fig. 2 es un método de Código Gray Reflejado Binario (BRGC).

La Fig. 3 una salida cerca de Gaussiana modificando la 64-QAM usada en DVB-T.

La Fig. 4 es la distancia Hamming entre par reflejado en BRGC.

La Fig. 5 es características en QAM donde existe un par Reflejado para cada eje I y eje Q.

La Fig. 6 es un método para modificar la QAM usando un par Reflejado de BRGC.

La Fig. 7 es un ejemplo de 64/256/1024/4096-QAM modificada.

Las Fig. 8-9 son un ejemplo de 64-QAM modificada usando un par Reflejado de BRGC.

Las Fig. 10-11 son un ejemplo de 256-QAM modificada usando un par Reflejado de BRGC.

Las Fig. 12-13 son un ejemplo de 1024-QAM modificada usando un Par Reflejado de BRGC (0 ~ 511).

Las Fig. 14-15 son un ejemplo de 1024-QAM modificada usando un Par Reflejado de BRGC (512 ~ 1023).

Las Fig. 16-17 son un ejemplo de 4096-QAM modificada usando un Par Reflejado de BRGC (0 ~ 511).

Las Fig. 18-19 son un ejemplo de 4096-QAM modificada usando un Par Reflejado de BRGC (512 ~ 1023).

Las Fig. 20-21 son un ejemplo de 4096-QAM modificada usando un Par Reflejado de BRGC (1024 ~1535).

Las Fig. 22-23 son un ejemplo de 4096-QAM modificada usando un Par Reflejado de BRGC (1536 ~ 2047).

Las Fig. 24-25 son un ejemplo de 4096-QAM modificada usando un Par Reflejado de BRGC (2048~2559).

Las Fig. 26-27 son un ejemplo de 4096-QAM modificada usando un Par Reflejado de BRGC (2560 ~ 3071).

Las Fig. 28-29 son un ejemplo de 4096-QAM modificada usando un Par Reflejado de BRGC (3072 ~ 3583).

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

La Fig. 32 es un ejemplo de correlación de bits de la QAM modificada en donde 256-QAM se modifica usando BRGC.

La Fig. 33 es un ejemplo de transformación de MQAM en constelación no uniforme.

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

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

La Fig. 36 es una información que se puede incluir en 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 la aplicación de varias constelaciones.

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

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

La Fig. 42 es un ejemplo de formador de tramas.

La Fig. 43 es un ejemplo de inserción de piloto (404) mostrado 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 PP5' sugerida.

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

La Fig. 48 es otra relación entre el símbolo de datos y el preámbulo.

La Fig. 49 es un ejemplo de perfil de retardo de los canales de cable.

La Fig. 50 es una estructura de piloto dispersa que usa z=56 y z=112.

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

La Fig. 52 es un ejemplo de estructura del preámbulo.

La Fig. 53 es un ejemplo de decodificación de Preámbulo.

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

La Fig. 55 es otro ejemplo de estructura del preámbulo.

La Fig. 56 es otro ejemplo de decodificación de Preámbulo.

La Fig. 57 es un ejemplo de estructura de Preámbulo.

La Fig. 58 es un ejemplo de decodificación de L1.

La Fig. 59 es un ejemplo de procesador analógico.

La Fig. 60 es un ejemplo de sistema de recepción digital.

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

La Fig. 62 es un ejemplo de demodulador.

La Fig. 63 es un ejemplo de analizador sintáctico de tramas.

La Fig. 64 es un ejemplo de demodulador BICM.

La Fig. 65 es un ejemplo de decodificación LDPC usando acortado/perforado.

La Fig. 66 es un ejemplo de procesador de salida.

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

La Fig. 68 es un ejemplo de la 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 de L1 que se transmite en la cabecera de la trama.

La Fig. 71 es el resultado del preámbulo y la simulación de la estructura L1.

La Fig. 72 es un ejemplo de intercalador de símbolos.

La Fig. 73 es un ejemplo de una transmisión de bloque L1.

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

La Fig. 75 es un ejemplo de intercalado/desintercalado de frecuencia o tiempo.

La Fig. 76 es una tabla de análisis de sobrecarga de la señalización de L1 que se transmite en la cabecera de FECFRAME en la Inserción de Cabecera ModCod (307) en el trayecto de datos del módulo de BICM mostrado en la Fig. 3.

La Fig. 77 está mostrando una estructura de cabecera FECFRAME para minimizar la sobrecarga.

La Fig. 78 está mostrando un rendimiento de la tasa de error de bit (BER) de la protección L1 anteriormente mencionada.

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

La Fig. 80 está mostrando un ejemplo de señalización de L1.

La Fig. 81 está mostrando un ejemplo de señalización de L1 previa.

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

La Fig. 83 está mostrando una intercalación de tiempo L1.

La Fig. 84 está mostrando un ejemplo de extraer modulación e información del código.

La Fig. 85 está mostrando otro ejemplo de la señalización de L1 previa.

La Fig. 86 está mostrando un ejemplo de programación del bloque de señalización de L1 que se transmite en el preámbulo.

La Fig. 87 está mostrando un ejemplo de señalización de L1 previa donde se considera el aumento de potencia.

La Fig. 88 está mostrando un ejemplo de señalización de L1.

La Fig. 89 está mostrando otro ejemplo de extraer modulación e información de código.

La Fig. 90 está mostrando otro ejemplo de extraer modulación e información de código.

La Fig. 91 está mostrando un ejemplo de sincronización L1 previa.

La Fig. 92 está mostrando un ejemplo de señalización de L1 previa.

La Fig. 93 está mostrando un ejemplo de señalización de L1.

La Fig. 94 está mostrando un ejemplo del trayecto de señalización de L1.

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

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

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

La Fig. 98 muestra un ejemplo de señalización de L1.

La Fig. 99 es un ejemplo de intercalador de símbolos.

La Fig. 100 está mostrando un rendimiento de intercalado del intercalador de tiempo de la Fig. 99.

La Fig. 101 es un ejemplo de intercalador de símbolos.

La Fig. 102 está mostrando un rendimiento de intercalado del intercalador de tiempo de la Fig. 101.

La Fig. 103 es un ejemplo de desintercalador de símbolos.

La Fig. 104 es otro ejemplo del intercalador de tiempo.

La Fig. 105 es un resultado de intercalado usando el método mostrado en la Fig. 104.

La Fig. 106 es un ejemplo de método de direccionamiento de la Fig. 105.

La Fig. 107 es otro ejemplo de intercalado de tiempo de L1.

La Fig. 108 es un ejemplo de desintercalador de símbolos.

La Fig. 109 es otro ejemplo de desintercalador.

La Fig. 110 es un ejemplo de desintercalador de símbolos.

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

La Fig. 112 muestra un ejemplo de intercalado general de bloques en un dominio de símbolo de datos donde no se usan los pilotos.

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

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

La Fig. 115 es un ejemplo de intercalado de tiempo y un ejemplo de desintercalador de tiempo.

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

La Fig. 117 es un ejemplo de un Intercalador de Tiempo (TI).

La Fig. 118 es un ejemplo de un Intercalador de Tiempo (TI).

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

La Fig. 120 es un ejemplo de un proceso en un receptor para obtener L1_XFEC_FRAME desde el preámbulo.

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

La Fig. 122 es un ejemplo de un Intercalador de Tiempo (TI).

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

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

La Fig. 125 es un ejemplo de un Intercalador de Tiempo (TI).

La Fig. 126 es un ejemplo de un Desintercalador de Tiempo (TDI).

La Fig. 127 es un ejemplo de un Intercalador de Tiempo (TI).

La Fig. 128 es un ejemplo de flujo de intercalado y desintercalado de tiempo de preámbulo.

La Fig. 129 es un parámetro de profundidad de Intercalado de Tiempo en la señalización de cabecera de L1.

La Fig. 130 es un ejemplo de una señalización de cabecera de L1, estructura de L1, y un método de relleno.

La Fig. 131 es un ejemplo de señalización de L1.

La Fig. 132 es un ejemplo de dslice_ti_depth.

La Fig. 133 es un ejemplo de dslice_type.

La Fig. 134 es un ejemplo de plp_type.

La Fig. 135 es un ejemplo de Plp_payload_type.

La Fig. 136 es un ejemplo de Plp_modcod.

La Fig. 137 es un ejemplo de GI.

La Fig. 138 es un ejemplo de PAPR.

La Fig. 139 es un ejemplo de señalización de L1.

La Fig. 140 es un ejemplo de plp_type.

Descripción de las realizaciones preferentes

Se hará ahora referencia en detalle a las realizaciones preferentes de la presente invención, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos anexos. Siempre que sea posible, los mismos números de referencia se usarán a lo largo de los dibujos para referirse a las partes iguales o similares.

En la siguiente descripción, el término "servicio" es indicativo de cualquiera de los contenidos de difusión que se pueden transmitir/recibir mediante el aparato de transmisión/recepción de la señal.

La "Modulación de Amplitud de Cuadratura" (QAM) que usa el Código Binario Reflejado Gray (BRGC) se usa como modulación en un entorno de transmisión de difusión donde se usa Modulación Codificada de Intercalado de Bits (BICM) convencional. La figura 1 muestra un ejemplo de 64-QAM usada en la DVB-T europea.

El BRGC se puede hacer usando el método mostrado en la Fig. 2. Un BRGC de n bits se puede hacer añadiendo un código inverso de BRGC de (n-1) bits (es decir, código reflejado) a la parte de atrás de (n-1) bits, añadiendo 0s a una parte delantera de BRGC de (n-1) bits original, y añadiendo 1s a una parte delantera de código reflejado. El código BRGC hecho mediante este método tiene una distancia de Hamming entre códigos consecutivos de uno (1). Además, cuando se aplica BRGC a la QAM, la distancia de Hamming entre un punto y los cuatro puntos que están más próximamente adyacentes al punto, es uno (1) y la distancia de Hamming entre el punto y otros cuatro puntos que son los segundos más cercanos adyacentes al punto, es dos (2). Tales características de las distancias de Hamming entre un punto específico de la constelación y otros puntos adyacentes pueden ser denominadas como regla de correlación de Gray en la QAM.

Para hacer un sistema robusto contra el Ruido Gaussiano Blanco Aditivo (AWGN), la distribución de las señales transmitidas desde una emisora se pueden hacer cercanas a la distribución Gaussiana. Para ser capaces de hacer eso, las ubicaciones de puntos en la constelación se pueden modificar. La Fig. 3 muestra una salida próxima a Gaussiana modificando la 64-QAM usada en DVB-T. Tal constelación puede ser denominada como QAM no uniforme (NU-QAM).

Para hacer una constelación de QAM no uniforme, se puede usar la Función de Distribución Acumulativa Gaussiana (CDF). En el caso de 64, 256 o 1024 QAM, es decir, 2 ^ N AM, la QAM se puede dividir en dos N-PAM independientes. Dividiendo la CDF Gaussiana en N secciones de probabilidad idéntica y permitiendo a un punto de señal en cada sección representar a la sección, se puede hacer una constelación que tiene una distribución Gaussiana. En otras palabras, se puede definir la coordinación xj de N-PAM no uniforme nuevamente definida se puede definir como sigue:

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

(Eq. 1)

La Fig. 3 es un ejemplo de transformación de 64QAM de DVB-T en NU-64QAM usando los métodos anteriores. La Fig. 3 representa un resultado de modificar las coordenadas de cada eje I y eje Q usando los métodos anteriores y correlacionar los puntos de la constelación previos a las coordenadas nuevamente definidas. En el caso de 32, 128 ó 512 QAM, es decir, QAM cruzada, que no es 2 ^ N QAM, modificando adecuadamente Pj, se puede encontrar una nueva coordenada.

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

Usando pares Reflejados existentes en la QAM, una potencia media de una constelación QAM se puede reducir manteniendo regla de correlación de Gray en QAM. En otras palabras, en una constelación donde una potencia media está normalizada como 1, la distancia Euclideana mínima en la constelación se puede aumentar. Cuando esta QAM modificada se aplica a los sistemas de difusión o de comunicación, es posible implementar o bien un sistema más robusto al ruido usando la misma energía que un sistema convencional o un sistema con el mismo rendimiento que un sistema convencional pero que usa menos energía.

La Fig. 6 muestra un método para modificar la QAM usando un par Reflejado de BRGC. La Fig. 6a muestra una constelación y la Fig. 6b muestra un diagrama de flujo para modificar la QAM usando un par Reflejado de BRGC. Primero, tiene que ser encontrado un punto objetivo que tiene la potencia más alta entre puntos de la constelación. Los puntos candidatos son puntos donde ese punto objetivo se puede mover y son los puntos colindantes más cercanos del par reflejado del punto objetivo. Entonces, se necesita encontrar un punto vacío (es decir, un punto que aún no está tomado por otros puntos) que tiene la potencia más pequeña 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 más pequeña, el punto objetivo se mueve hasta el punto candidato. Estos procesos se repiten hasta que una potencia media de los puntos en la constelación alcanza un mínimo mientras que mantiene la regla de correlación de Gray.

La Fig. 7 muestra un ejemplo de 64/256/1024/4096-QAM modificada. Los valores correlacionados de Gray corresponden a las Fig. 8 ~ 31 respectivamente. Además de estos ejemplos, se pueden realizar otros tipos de QAM modificada que permiten la optimización de idéntica potencia. Esto es debido a que un punto objetivo se puede mover a múltiples puntos candidatos. La QAM modificada sugerida se puede aplicar a, no sólo la 64/256/1024/4096-QAM, sino también una QAM cruzada, una QAM de mayor tamaño, o modulaciones que usan BRGC distintas de QAM.

La Fig. 32 muestra un ejemplo de correlación de bits de QAM modificada donde 256-QAM se modifica usando BRGC. La Fig. 32a y la Fig. 32b muestran correlaciones de los Bits Más Significativos (MSB). Puntos designados como círculos rellenos representan correlaciones de unos y puntos designados como círculos en blanco representan correlación de ceros. De la misma manera, cada bit se correlaciona como se muestra en las figuras desde (a) hasta (h) en la Fig. 32, hasta que se correlacionan los Bits Menos Significativos (LSB). Como se muestra en la Fig. 32, la QAM modificada se puede permitir la decisión de bits usando sólo los ejes I y Q como la QAM convencional, excepto para un bit que está próximo al MSB (Fig. 32c y Fig. 32d). Usando estas características, se puede hacer un receptor simple modificando parcialmente un receptor para QAM. Un receptor eficiente se puede implementar comprobando tanto los valores I como Q sólo cuando la determinación del bit próximo al MSB y calculando sólo I o Q para el resto de bits. Este método se puede aplicar a LLR Aproximada, LLR Exacta, o una decisión Difícil.

Mediante el uso de la QAM modificada o MQAM, que usa las características del BRGC anterior, se puede hacer una constelación no uniforme o NU-MQAM. En la ecuación anterior, donde se usa la CDF de Gauss, Pj puede ser modificada para adaptarse a la MQAM. Al igual que la QAM, en la MQAM, se pueden considerar dos PAM que tienen eje I y eje Q. Sin embargo, a diferencia de la QAM donde una serie de puntos que corresponden a un valor de cada eje PAM son idénticos, el número de puntos cambia en la MQAM. Si un número de puntos que corresponde al valor de orden j de la PAM se define como nj en una MQAM donde existe un total de M puntos de la constelación, entonces Pj se puede definir como sigue:

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

(Eg. 2)

Usando la Pj nuevamente definida, la MQAM se puede transformar en una constelación no-uniforme. Pj se puede definir como sigue para el ejemplo de 256-MQAM

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

La Fig. 33 es un ejemplo de transformación de MQAM en la constelación no uniforme. La NU-MQAM hecha usando estos métodos puede conservar características de los receptores de MQAM con coordenadas modificadas de cada PAM. De esta manera, se puede implementar un receptor eficiente. Además, se puede implementar un sistema más robusto al ruido que la NU-QAM previa. Para un sistema transmisión de difusión más eficiente, es posible la hibridación de MQAM y NU- MQAM. En otras palabras, un sistema más robusto al ruido se puede implementar usando MQAM para un entorno donde se usa un código de corrección de errores con la tasa de código alta y mediante el uso de NU-MQAM de otra manera. Para tal caso, un transmisor puede dejar a un receptor tener información de la tasa de código de un código de corrección de errores usada actualmente y un tipo de modulación usado actualmente tal que el receptor puede demodular de acuerdo con 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 (Encapsulación General de Flujo). Un módulo de procesador de entrada 101 puede añadir parámetros de transmisión al flujo de entrada y realizar la programación de un módulo de BICM 102.El módulo de BICM 102 puede añadir redundancia e intercalar datos para la corrección de errores del canal de transmisión. Un formador de tramas 103 puede construir tramas añadiendo información de señalización de la capa física y pilotos. Un modulador 104 puede realizar la modulación en los símbolos de entrada en métodos eficientes. Un procesador analógico 105 puede realizar diversos procesos 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 se puede transformar mediante el preprocesador de entrada en un total de n flujos que se procesarán de forma independiente. Cada uno de estos flujos pueden ser o bien un trama de TS completa que incluye componentes de servicios múltiples o una trama de TS mínima que incluye componentes de servicio (es decir, vídeo o audio). Además, cada uno de esos flujos puede ser un flujo de GSE que transmite o bien servicios múltiples o bien un único servicio.

El módulo de interfaz de entrada 202-1 puede asignar un número de bits de entrada igual a la capacidad de campo de datos máxima de una trama en Banda Base (BB). Un relleno se puede insertar para completar la capacidad de bloque de código LDPC/BCH. El módulo de sincronización de flujo de entrada 203-1 puede proporcionar un mecanismo para regenerar, en el receptor, el reloj del Flujo de Transporte (o Flujo Genérico Empaquetado), a fin de garantizar las tasas de bits y retardo extremo a extremo constantes.

Para permitir que el Flujo de Transporte se recombine sin requerir memoria adicional en el receptor, los Flujos de Transporte de entrada se retardan mediante los compensadores de retardo 204-1 ~ n considerando parámetros de intercalado de los datos de los PLP en un grupo y los PLP comunes correspondientes. Los módulos de eliminación de paquetes nulos 205-1 ~ n pueden aumentar la eficiencia de transmisión mediante la eliminación del paquete nulo insertado para un caso de servicio de VBR (tasa variable de bit). Los módulos de codificador de Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC) 206-1 ~ n pueden agregar la paridad CRC para aumentar la fiabilidad de la transmisión de la trama en BB. La cabecera en BB que inserta los módulos 207-1 ~ n puede añadir una cabecera de trama en BB a la parte inicial de la trama en BB. La información que se puede incluir en la cabecera en BB se muestra en la Fig. 36.

Un módulo de Fusionador/segmentador 208 puede realizar la segmentación de la trama en BB de cada PLP, fusionando las tramas en BB a partir de múltiples PLP, y programar cada trama en BB dentro de una trama de transmisión. Por lo tanto, el módulo fusionador/segmentador 208 puede sacar la información de señalización L1 que se refiere a la asignación del PLP en la trama. Por último, un módulo aleatorizador en BB 209 puede aleatorizar los flujos de bits de entrada para minimizar la correlación entre los bits dentro de los flujos de bits. Los módulos sombreados de la Fig. 35 son módulos usados cuando el sistema de transmisión usa un único PLP, los otros módulos en la Fig. 35 son módulos usados cuando el dispositivo de transmisión usa múltiples PLP.

La Fig. 37 muestra un ejemplo de módulo de BICM. La Fig. 37a muestra el trayecto de datos y la Fig. 37b muestra el trayecto de L1 del módulo BICM. Un módulo codificador externo 301 y un módulo codificador interno 303 pueden añadir redundancia a los flujos de bits de entrada para la corrección de errores. Un módulo intercalador exterior 302 y un módulo intercalador interno 304 pueden intercalar bits para evitar errores de ráfaga. El módulo intercalador Exterior 302 se puede omitir si la BICM es específicamente para DVB-C2. Un módulo demultiplexor de bits 305 puede controlar la fiabilidad de cada bit sacado desde el módulo intercalador interior 304. Un módulo correlacionador de símbolos 306 puede correlacionar flujos de bits de entrada en flujos de símbolos. En este momento, es posible usar cualquiera de una QAM convencional, una MQAM que usa el BRGC antes mencionado para mejorar el rendimiento, una NU-QAM, que usa modulación no uniforme, o una NU-MQAM que usa modulación no uniforme aplicada a BRGC para mejorar el rendimiento. Para construir un sistema que es más robusto frente al ruido, se pueden considerar las combinaciones de modulaciones que usan MQAM y/o NU MQAM dependiendo de la tasa de código del código de corrección de errores y la capacidad de la constelación. En este momento, el módulo correlacionador de símbolos 306 puede usar una constelación adecuada de acuerdo con la tasa de código y la capacidad de la constelación. La Fig. 39 muestra un ejemplo de tales combinaciones.

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

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

* Tipo FEC (1 bit) - LDPC larga o corta

* Índice de código (3 bits)

* Modulación (3 bits) - hasta a 64 K QAM

* PLP identificador (8 bits)

El módulo intercalador de Símbolos 308 puede realizar el intercalado en el dominio de símbolos para obtener efectos de intercalado adicionales. Procesos similares realizados en el trayecto de datos se puede realizar en el trayecto de señalización de L1 pero con parámetros posiblemente diferentes (301-1 ~ 308-1). En este punto, un módulo de código reducido/perforado (303-1) se puede usar para código interno.

La Fig. 38 muestra un ejemplo de codificación LDPC que usa acortamiento/perforación. El proceso de acortamiento se puede realizar en los bloques de entrada que tienen menos bits que un número requerido de bits para la codificación LDPC que cero bits para codificar LDPC se puede rellenar (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 flujos de bits que corresponden a flujos de bits originales, los ceros se pueden eliminar (303c) y para flujos de bits de paridad, se puede realizar la perforación (304c) de acuerdo a las tasas de código. Estos flujos de bits de información y flujos de bits de paridad procesados se pueden multiplexar en secuencias originales y sacar (305c).

La Fig. 41 muestra una estructura de trama que comprende el preámbulo para la señalización de L1 y símbolo de datos para los datos del PLP. Se puede ver que los símbolos del preámbulo y los datos se generan cíclicamente, usando una trama como unidad. Los símbolos de datos comprenden PLP de tipo 0 que se transmite usando una modulación/codificación fija y PLP de tipo 1 que se transmite usando una modulación/codificación variable. Para PLP de tipo 0, la información, como la modulación, el tipo de FEC, y la tasa de código FEC se transmiten en el preámbulo (ver la Fig. 42 Inserción de cabecera de Trama 401). Para PLP de tipo 1, la información correspondiente se puede transmitir en la cabecera de bloque FEC de un símbolo de datos (ver la Fig. 37 Inserción de cabecera ModCod 307). Mediante la separación de los tipos de PLP, la sobrecarga ModCod se puede reducir en un 3 ~ 4% de una tasa de transmisión total, para PLP de tipo 0 que se transmite a una tasa fija. En un receptor, para la modificación/codificación fija de PLP de PLP de tipo 0, el extractor de cabecera de trama r401 que mostrado en la Fig. 63 puede extraer información sobre la Modulación y la tasa de código FEC y proporcionar la información extraída a un módulo de decodificación BICM. Para la modulación/codificación variable de PLP de PLP de tipo 1, módulos de extracción ModCod, r307 y r307-1 mostrados en la Fig. 64 se pueden extraer y proporcionar los parámetros necesarios para la decodificación de la BICM.

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

* Número de canales unidos (4 bits)

* Intervalo de guarda (2 bits)

* PAPR (2 bits)

* Patrón de Piloto (2 bits)

* Identificación del Sistema Digital (16 bits)

* Identificación del Trama (16 bits)

* Longitud de trama (16 bits) - número de símbolos de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) por trama

* Longitud supertrama (16 bits) - número de tramas por supertrama

* número de PLP (8 bits)

* para cada PLP

    identificación de la PLP (8 bits)

    Identificador de unión de canales (4 bits)

    inicio PLP (9 bits)

    tipo de PLP (2 bits) - PLP común u otras

    tipo de carga útil PLP (5 bits)

    tipo de MC (1 bit) - modulación y codificación fija/variable

    si el tipo de MC == modulación y codificación fija

        tipo de FEC (1 bit) - LDPC larga o corta

        Índice de código (3 bits)

        Modulación (3 bits) - hasta 64K QAM

    final sí;

    Número de canales de muesca (2 bits)

    para cada muesca

        inicio de muesca (9 bits)

        anchura de muesca (9 bits)

    final para,

    anchura de PLP (9 bits) - número máximo de bloques FEC de PLP

    tipo de intercalado de tiempo PLP (2 bits)

final para,

* CRC-32 (32 bits)

El entorno de unión de canales se supone que la información L1 transmitida en la cabecera de trama y los datos que corresponden a cada segmento de datos se define como PLP. Por lo tanto, la información tal como el identificador del PLP, el identificador de unión de canales, y la dirección de inicio de la PLP se requieren para cada canal usado

en la unión. Una realización de esta invención sugiere transmitir el campo ModCod en la cabecera de trama FEC si el tipo de la PLP soporta modulación/codificación variable y transmitir el campo ModCod en la cabecera de trama si el tipo de PLP soporta modificación/codificación fija para reducir la sobrecarga de señalización. Además, si existe una banda muesca para cada PLP, mediante la transmisión de la dirección de inicio de la Muesca y su anchura, pueden llegar a ser innecesarias las portadoras correspondientes en el receptor.

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

La Fig. 43a muestra un ejemplo de módulo de inserción de pilotos 404 como se muestra en la Fig. 42. 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 7,61 MHz, pero si múltiples bandas de frecuencia son unidas, las bandas de guarda se pueden eliminar, de esta manera, la eficiencia de frecuencia puede aumentar en gran medida. La Fig. 43b es un ejemplo de módulo de inserción de preámbulo 504 como se muestra en la Fig. 51 que se transmite a la parte delantera de la trama e incluso con la unión de canales, el preámbulo tiene la tasa de repetición de 7,61 MHz, que es el ancho de banda del bloque de L1. Esta es una estructura que considera el ancho de banda de un sintonizador que realiza el barrido inicial de canales.

Los Patrones Piloto existen tanto para el Preámbulo como para los Símbolos de Datos. Para el símbolo de datos, se pueden usar patrones de piloto disperso (SP). El Patrón Piloto 5 (PP5) y el Patrón Piloto 7 (PP7) de T2 pueden ser buenos candidatos para la interpolación de sólo frecuencia. PP5 tiene x=12, y=4, z=48 para GI=1/64 y PP7 tiene x=24, y=4, z=96 para GI=1/128. La interpolación de tiempo adicional también es posible para una mejor estimación del canal. Los patrones piloto para el preámbulo pueden cubrir todas las posiciones piloto posibles para la adquisición inicial de canales. Además, las posiciones piloto del preámbulo deberían ser coincidentes con las posiciones SP y se desea un único patrón de piloto tanto para el preámbulo como para el SP. Los pilotos preámbulo también se podrían usar para interpolación de tiempo y cada preámbulo podría tener un patrón piloto idéntico. Estos requisitos son importantes para la detección de C2 en el barrido y necesarios para la estimación del desplazamiento de frecuencia con la correlación de secuencia de aleatorización. En un entorno de unión de canales, la coincidencia en las posiciones piloto también se debería mantener para la unión de canales porque la estructura piloto irregular puede degradar el rendimiento de intercalado.

En detalle, si una distancia z entre los pilotos dispersos (SP) en un símbolo OFDM es de 48 y si una distancia y entre SP correspondientes a una portadora SP específica a lo largo del eje del tiempo es de 4, una distancia efectiva x después de la interpolación de tiempo se convierte en 12. Esto es cuando una fracción de intervalo de guarda (GI) es 1/64. Si la fracción de GI es 1/128, se puede usar x=24, y=4 y z=96. Si se usa la unión de canales, las posiciones SP se pueden hacer coincidentes con las posiciones piloto de preámbulo generando puntos no continuos en la estructura piloto dispersa.

En este momento, las posiciones piloto de preámbulo pueden ser coincidentes con todas las posiciones SP de símbolo de datos. Cuando se usa unión de canales, el segmento de datos donde el servicio se transmite, se puede determinar sin tener en cuenta la granularidad del ancho de banda de 8 MHz. Sin embargo, para reducir la sobrecarga para el direccionamiento del segmento de datos, se puede elegir comenzar la transmisión a partir de la posición de SP y terminar en la posición SP.

Cuando un receptor recibe dichos SP, si es necesario, el módulo de estimación de canal r501 mostrado en la Fig. 62 puede realizar la interpolación de tiempo para obtener los pilotos mostrados en líneas de puntos en la Fig. 43 y realizar la interpolación de frecuencia. En este momento, para puntos no continuos de los que se designan intervalos como 32 en la Fig. 43, o bien realizando interpolaciones en la izquierda y derecha de manera separada o realizando interpolaciones en un sólo lado luego realizando la interpolación en el otro lado mediante el uso de las posiciones piloto ya interpoladas de las que el intervalo es de 12 como un punto de referencia puede ser implementado. En este momento, la anchura del segmento de datos puede variar dentro de 7,61 MHz, de esta manara, un receptor puede minimizar el consumo de energía mediante la realización de estimación de canal y descodificando sólo las subportadoras necesarias.

La Fig. 44 muestra otro ejemplo de PP5 aplicado en el entorno de unión de canales o una estructura de SP para el mantenimiento de la distancia efectiva x como 12 para evitar la estructura de SP irregular mostrada en la Fig. 43 cuando se usa la unión de canales. La Fig. 44a es una estructura de SP para los símbolos de datos y la Fig. 44b es una estructura de SP para el símbolo de preámbulo.

Como se muestra, si la distancia SP se mantiene coherente en el caso de unión de canales, no habrá ningún problema en la interpolación de frecuencia pero las posiciones piloto entre el símbolo de datos y el preámbulo no pueden ser coincidentes. En otras palabras, esta estructura no requiere la estimación de canal adicional para una estructura SP irregular, sin embargo, las posiciones SP usadas en la unión de canales y posiciones piloto preámbulo llegan a ser diferentes para cada canal.

La Fig. 45 muestra una nueva estructura de SP o PP5' para proporcionar una solución a los dos problemas anteriormente mencionados en el entorno de unión de canales. En concreto, una distancia piloto de x=16 pueden resolver esos problemas. Para preservar la densidad del piloto o para mantener la misma sobrecarga, un PP5' puede tener x=16, y=3, z=48 para GI=1/64 y un PP7' puede tener x=16, y=6, z=96 para GI=1/128. La capacidad de interpolación de frecuencia solamente todavía se puede mantener. Las posiciones de piloto se representan en la Fig. 45 para la comparación con la estructura PP5.

La Fig. 46 muestra un ejemplo de un nuevo Patrón SP o estructura PP5' en el entorno de unión de canales. Como se muestra en la figura 46, si o bien se usa un solo canal o bien una unión de canales, se puede proporcionar una distancia piloto efectiva de x=16. Además, debido a que las posiciones de SP pueden ser coincidentes con las posiciones de piloto preámbulo, el deterioro de estimación de canal causado por la irregularidad SP o posiciones SP no coincidentes se puede evitar. En otras palabras, no existe posición SP irregular para el interpolador de frecuencia y se proporciona una coincidencia entre el preámbulo y las posiciones de SP.

En consecuencia, los nuevos patrones de SP propuestos pueden ser ventajosos porque el único patrón de SP se puede usar tanto para el canal individual como unido; no puede ser causada una estructura piloto irregular, de esta manera es posible una buena estimación de canal, tanto en el preámbulo como en las posiciones piloto SP se pueden mantener coincidentes; se puede mantener la densidad piloto la misma que para PP5 y PP7, respectivamente; y la capacidad de interpolación de frecuencia solamente también se puede conservar.

Además, la estructura del preámbulo puede cumplir los requisitos de manera 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 de 3409 (7,61 MHz) para el barrido inicial; exactamente se deberían usar los mismos patrones piloto y secuencia de aleatorización se deberían usar para la detección de C2; y no se requiere un preámbulo específico de detección como P1 en T2.

En términos de relación con la estructura de trama, la granularidad de posición de segmento de datos puede ser modificada a 16 portadoras más que 12, de esta manera, puede ocurrir menos sobrecarga de direccionamiento de posición y ningún otro problema con respecto a la condición de segmento de datos, condición de segmento Nulo etc. se puede esperar.

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

Ahora, con respecto a los requisitos relacionados con el preámbulo y la estructura del piloto, hay consenso en que las posiciones de los pilotos de preámbulo y SP deberían coincidir con independencia de la unión de canales; el número de portadoras totales en el bloque L1 debería ser divisible por la distancia del piloto para evitar la estructura irregular en el borde de la banda; los bloques L1 se deberían repetir en el dominio de la frecuencia; y los bloques L1 deberían ser siempre descodificables en una posición de ventana de sintonizador arbitraria. Requisitos adicionales serían que las posiciones piloto y los modelos deberían ser repetidos durante un período de 8 MHz; el desplazamiento correcto de frecuencia portadora debería ser estimado sin el conocimiento de unión de canales; y la descodificación de L1 (reordenamiento) es imposible antes de que se compense el desplazamiento de frecuencia.

La Fig. 47 muestra una relación entre el símbolo de datos y el preámbulo cuando se usan las estructuras de preámbulo como se muestra en la Fig. 52 y la Fig. 53. El bloque de L1 se puede repetir durante un período de 6 MHz. Para la descodificación de L1, tanto el desplazamiento de frecuencia como el patrón de desplazamiento de preámbulo se deberían encontrar. La decodificación de L1 no es posible en la posición arbitraria del sintonizador sin la información de unión de canales y un receptor no puede diferenciar entre el valor de desplazamiento de preámbulo y el desplazamiento de frecuencia.

Por lo tanto, un receptor, específicamente para el extractor de cabecera de trama r401 mostrado en la Fig. 63 para realizar la decodificación de la señal L1, necesita ser obtenida la estructura de unión de canales. Debido a que se conoce la cantidad de cambio de desplazamiento de preámbulo esperada en dos regiones sombreadas verticalmente en la Fig. 47, el módulo de sincronización tiempo/frecuencia de r505 en la Fig. 62 puede estimar el desplazamiento de la frecuencia portadora. En base a la estimación, el trayecto de señalización L1 (r308-1 ~ r301-1) en la Fig. 64 puede descodificar L1.

La Fig. 48 muestra una relación entre el símbolo de datos y el preámbulo cuando se usa la estructura del preámbulo como se muestra en la Fig. 55. El bloque de L1 se puede repetir durante un período de 8 MHz. Para la decodificación de L1, solamente se necesita encontrar el desplazamiento de frecuencia y puede no ser requerido el conocimiento de la unión de canales. El desplazamiento de frecuencia se puede estimar fácilmente mediante el uso de una Secuencia Binaria Pseudo-Aleatoria (PRBS) conocida. Como se muestra en la Fig. 48, el preámbulo y los datos de símbolos se alinean, de esta manera, la búsqueda de sincronización adicional puede llegar a ser innecesaria. Por lo tanto, para un receptor, específicamente para el módulo extractor de cabecera de Trama r401 mostrado en la Fig. 63, es posible que sólo el pico de correlación con la secuencia de aleatorización piloto necesita

ser obtenido para realizar la descodificación de la señal L1. El módulo de sincronización tiempo/frecuencia r505 en la Fig. 62 puede estimar el desplazamiento de frecuencia portadora de la posición de pico.

La Fig. 49 muestra un ejemplo de perfil de retardo de los canales de cable.

Desde el punto de vista del diseño piloto, el GI actual ya protege en exceso la dispersión del retardo del canal de cable. En el caso peor, el rediseño del modelo de canal puede ser una opción. Para repetir el patrón exactamente cada 8 MHz, la distancia piloto debería ser un divisor de 3584 portadoras (z=32 o 56). Una densidad de piloto de z=32 puede aumentar la sobrecarga piloto, de esta manera, se puede elegir z=56. La cobertura de retardo ligeramente menor puede no ser importante en el canal de cable. Por ejemplo, puede ser de 8 μs para PP5' y 4 μs para PP7' frente al 9,3 μs (PP5) y 4,7 μs (PP7). Retrasos significativos pueden ser cubiertos por los patrones experimentales incluso en el caso peor. Para la posición de piloto preámbulo, no son necesarias más que todas las posiciones de SP en el símbolo de datos.

Si se puede ignorar el trayecto de retardo de -40 dB, la difusión de retardo real puede llegar a ser 2,5 μs, 1/64 GI= 7 μs, o 1/128 IG=3,5 μs. Esto muestra que el parámetro de distancia piloto, z=56 puede ser un valor lo suficientemente bueno. Además, z=56 puede ser un valor conveniente para la estructuración del patrón piloto que permite la estructura de preámbulo de la Fig. 48.

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

Como se muestra en la Fig. 50, los pilotos se alinean a 8 MHz de cada borde de la banda, cada posición de piloto y estructura de piloto se puede repetir cada 8 MHz. De esta manera, esta estructura puede soportar la estructura de preámbulo mostrada en la Fig. 48. Además, se puede usar una estructura piloto común entre el preámbulo y los símbolos de datos. Por lo tanto, el módulo de estimación de canal r501 en la Fig. 62 puede realizar la estimación de canal usando la interpolación en el preámbulo y los símbolos, debido a que no puede ocurrir ningún patrón piloto irregular, independientemente de la posición de la ventana que se decide por las ubicaciones de segmento de datos. En este momento, usar solamente la interpolación de frecuencia puede ser suficiente para compensar la distorsión de canal de la dispersión de retardo. Si se realiza adicionalmente la interpolación de tiempo, se puede realizar una estimación más precisa del canal.

En consecuencia, en el nuevo patrón de piloto propuesto, la posición y el patrón piloto se pueden repetir en base a un período de 8 MHz. Un patrón piloto único se puede usar tanto para los símbolos del preámbulo y de datos. La decodificación de L1 siempre puede ser posible sin el conocimiento de unión de canales. Además, el patrón piloto propuesto puede no afectar en común con T2 porque la misma estrategia piloto del patrón piloto disperso se puede usar; T2 ya usa 8 patrones piloto diferentes; y la complejidad del receptor no se puede aumentar significativamente por patrones piloto modificados. Para una secuencia de aleatorización de piloto, el período de PRBS puede ser 2047 (secuencia m), la generación de PRBS se puede restablecer cada 8 MHz, de los cuales el período es de 3584; la tasa de repetición de piloto de 56 puede ser también coprincipal con 2047; y no se puede esperar ningún problema PAPR.

La Fig. 51 muestra un ejemplo de un modulador basado en OFDM. Los flujos de símbolos de entrada pueden ser transformados en el dominio del tiempo mediante el módulo IFFT 501. Si es necesario, la relación de potencia pico a promedio (MR) se puede reducir al módulo de reducción PAPR 502. Para los métodos de PAPR, se puede usar la extensión de constelación Activa (ACE) o la reserva de tono. El módulo de inserción de GI 503 puede copiar una última parte del símbolo efectivo OFDM para llenar el intervalo de guarda en forma de prefijo cíclico.

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

La Fig. 52 muestra un ejemplo de una estructura de preámbulo para la unión de canales, generada en el módulo de inserción de preámbulo 504 en la Fig. 51. Un bloque completo de L1 debería ser "siempre decodificable" en cualquier posición arbitraria de ventana de sintonización de 7,61 MHz y no debería ocurrir ninguna pérdida de señal de L1 independientemente de la posición de la ventana del sintonizador. Como se muestra, los bloques de L1 se pueden repetir en el dominio de frecuencia por un período de 6 MHz. Los símbolos de datos pueden ser de unión de canales para cada 8 MHz. Si, para la decodificación de L1, el receptor usa un sintonizador como el sintonizador de r603 representado en la Fig. 61, que usa un ancho de banda de 7,61 MHz, el extractor de cabecera de trama r401 en la Fig. 63 necesita volver a asignar el bloque de L1 desplazado cíclico recibido (Fig. 53) a su forma original. Esta reasignación es posible debido a que el bloque de L1 se repite para cada bloque de 6MHz. La Fig. 53a se puede reordenar en la Fig. 53b.

La Fig. 54 muestra un proceso para diseñar un preámbulo más optimizado. La estructura del preámbulo de la Fig. 52 usa solamente 6MHz del ancho de banda total de sintonizador de 7,61 MHz para la descodificación de L1. En términos de eficiencia espectral, el ancho de banda del sintonizador de 7,61 MHz no se usa plenamente. Por lo tanto, puede haber una optimización adicional en eficiencia espectral.

La Fig. 55 muestra otro ejemplo de la estructura de preámbulo o la estructura de los símbolos de preámbulo para eficiencia de espectro total, generada en el módulo de Inserción de Cabecera de Trama 401 en la Fig. 42. Al igual que el símbolo de datos, los bloques de L1 se pueden repetir en el dominio de la frecuencia por período de 8 MHz. Un bloque completo de L1 es aún "siempre descodificable" en cualquier posición de ventana de sintonización arbitraria de 7,61 MHz. Después de la sintonización, los datos 7,61 MHz se pueden considerar como un código virtualmente perforado. Tener exactamente el mismo ancho de banda tanto para el preámbulo y los símbolos de datos y exactamente la misma estructura piloto tanto para el preámbulo como los símbolos de datos pueden maximizar la eficiencia espectral. Otras características tales como la propiedad desplazada cíclica y no enviar el bloque de L1 en caso de no segmentación de datos se pueden mantener sin cambios. En otras palabras, el ancho de banda de los símbolos de preámbulo puede ser idéntico al ancho de banda de los símbolos de datos o, como se muestra en la Fig. 57, el ancho de banda de los símbolos de preámbulo puede ser el ancho de banda del sintonizador (aquí, es de 7,61 MHz). El ancho de banda del sintonizador se puede definir como un ancho de banda que corresponde a un número total de portadoras activas cuando se usa un solo canal. Es decir, el ancho de banda del símbolo de preámbulo puede corresponder al número de portadoras activas totales (aquí, es de 7,61 MHz).

La Fig. 56 muestra un código virtualmente perforado. Los datos 7,61 MHz entre el bloque de L1 de 8 MHz se puede considerar como codificado perforado. Cuando un sintonizador r603 mostrado en la Fig. 61 usa un ancho de banda de 7,61 para la decodificación de L1, el extractor de cabecera de trama r401 en la Fig. 63 necesita reasignar el bloque de L1 recibido, el bloque de L1 desplazado cíclico en la forma original como se muestra en la Fig. 56. En este momento, la descodificación de L1 se realiza usando el ancho de banda entero del sintonizador. Una vez que el bloque de L1 se reasigna, un espectro del bloque de L1 reasignado puede tener una región en blanco dentro del espectro como se muestra en la parte superior derecha de la Fig. 56 porque un tamaño original del bloque de L1 es de ancho de banda de 8 MHz.

Una vez que la región en blanco se rellena de ceros, o bien después del desintercalado en el dominio del símbolo mediante el desintercalador de frecuencia r403 en la Fig. 63 o bien por el desintercalador de símbolos r308-1 en la Fig. 64 o después del desintercalado en el dominio de bits mediante el descorrelacionador de símbolos r306-1, el multiplexor de bits r305-1, y el desintercalador interior r304-1 en la Fig. 64, el bloque puede tener una forma que parece ser perforada como se muestra en la parte inferior derecha de la Fig. 56.

Este bloque de L1 se puede descodificar en el módulo de descodificación pinchado/acortado r303-1 en la Fig. 64. Mediante el uso de estas estructuras preámbulo, el ancho de banda del sintonizador entero se puede usar, de esta manera la eficiencia espectral y la ganancia de codificación se puede aumentar. Además, un ancho de banda idéntica y una estructura de piloto se pueden usar para el preámbulo y los símbolos de datos.

Además, si el ancho de banda del preámbulo o el ancho de banda de los símbolos de preámbulo se establece como un ancho de banda de sintonizador como se muestra en la Fig. 58, (es de 7,61 MHz en el ejemplo), se puede obtener un bloque de L1 completo después de la reasignación incluso sin perforar. En otras palabras, para un trama que tenga símbolos de preámbulo, en la que los símbolos de preámbulo tengan al menos un bloque de capa 1 (L1), se puede decir que, el bloque de L1 tiene 3408 subportadoras activas y los 3408 subportadoras activas corresponden a 7,61 MHz de de banda de Radiofrecuencia (RF) de 8MHz.

De esta manera, la eficiencia espectral y el rendimiento de decodificación de L1 pueden ser maximizados. En otras palabras, en un receptor, la descodificación se puede realizar en el módulo de descodificación pinchado/acortado r303-1 en la Fig.64, después de realizar sólo el desintercalado en el dominio del símbolo.

En consecuencia, la nueva estructura de preámbulo propuesta puede ser ventajosa porque es totalmente compatible con el preámbulo usado previamente, excepto que el ancho de banda es diferente; los bloques de L1 se repiten durante un período de 8 MHz; el bloque L1 puede ser siempre descodificable independientemente de la posición de ventana del sintonizador; se puede usar el ancho de banda completo del sintonizador para descodificar L1; la eficiencia espectral máxima de puede garantizar más la ganancia de codificación; el bloque de L1 incompleto puede ser considerado como codificado perforado, la misma y sencilla estructura de piloto se puede usar tanto para el preámbulo como los datos; y el ancho de banda idéntico se puede usar tanto para el preámbulo como para los datos.

La Fig. 59 muestra un ejemplo de un procesador analógico. Un módulo DAC 601 puede convertir la entrada de señal digital en señal analógica. Después que el ancho de banda de frecuencia de transmisión se convierte ascendentemente (602) y la señal filtrada analógica (603) se puede transmitir.

La Fig. 60 muestra un ejemplo de un sistema de recepción digital. La señal recibida se convierte en señal digital en un módulo de proceso analógico r105. Un demodulador r104 puede convertir la señal en datos en el dominio de

frecuencia. Un analizador sintáctico de tramas r103 puede quitar los pilotos y las cabeceras y permitir la selección de información de servicio que necesita ser descodificada. Un demodulador de BICM r102 puede corregir errores en el canal de transmisión. Un procesador de salida r101 puede restaurar el flujo de servicio y la información de tiempo originalmente transmitidos.

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

La Fig. 62 muestra un ejemplo de demodulador. Un módulo de detección de tramas r506 puede detectar el preámbulo, comprobar si una señal digital correspondiente existe, y detectar el comienzo de un trama. Un módulo de sincronización de tiempo/frecuencia r505 puede realizar la sincronización en los dominios de tiempo y de la frecuencia. En este momento, para la sincronización en el dominio del tiempo, se puede usar una correlación de intervalo de guarda. Para la sincronización de dominio de la frecuencia, se puede usar la correlación o se puede estimar el desplazamiento a partir de la información de la fase de una subportadora que se transmite en el dominio de la frecuencia. Un módulo de extracción de preámbulo r504 puede quitar el preámbulo de la parte delantera de la trama detectada. Un módulo de extracción de GI r503 puede quitar el intervalo de guarda. Un módulo de FFT r501 puede transformar la señal en el dominio de tiempo en la señal en el dominio de la frecuencia. Un módulo de estimación/ecualización de canal r501 puede compensar los errores estimando la distorsión en el canal de transmisión usando el símbolo piloto. El módulo de extracción del preámbulo r504 se puede omitir si el demodulador es específicamente para DVB-C2.

La Fig. 63 muestra un ejemplo de analizador sintáctico de tramas. Un módulo de extracción piloto r404 puede extraer el símbolo piloto. Un módulo de desintercalado de frecuencia r403 puede realizar el desintercalado en el dominio de la frecuencia. Un fusionador de símbolo OFDM r402 puede restaurar una trama de datos a partir de los flujos de símbolo transmitidos en símbolos OFDM. Un módulo de extracción de cabecera de tramas r401 puede extraer la señalización de la capa física de la cabecera de cada trama transmitida y quitar la cabecera. La información extraída se puede usar como parámetros para los siguientes procesos en el receptor.

La Fig. 64 muestra un ejemplo de un demodulador de BICM. La Fig. 64a muestra un trayecto de datos y la Fig. 64b muestra un trayecto de señalización de L1. Un desintercalador de símbolos r308 puede realizar el desintercalado en el dominio de símbolo. Un extractor ModCod R307 puede extraer parámetros ModCod desde el frente de cada trama en BB y hacer que los parámetros estén disponibles para los siguientes procesos de demodulación adaptativa/variable y de descodificación. Un descorrelacionador de símbolos r306 puede descorrelacionar los flujos símbolos de entrada de símbolo en flujos de Relación de Probabilidad de Registro (LLR). Los flujos LLR de bits de salida se pueden calcular usando una constelación usada en un correlacionador de símbolos 306 del transmisor como punto de referencia. En este punto, cuando se usa la MQAM o NU-MQAM anteriormente mencionada, calculando tanto el eje I como el eje Q cuando se calcula el bit más cercano del MSB y calculando o bien el eje I o bien el eje Q cuando se calculan los bits de descanso, puede ser implementado un descorrelacionador de símbolos eficiente. Este procedimiento se puede aplicar a, por ejemplo, la LLR Aproximada, la LLR exacta, o la decisión de Dura.

Cuando se usa una constelación optimizada de acuerdo a la capacidad de la constelación y la tasa de código de código de corrección de errores en el correlacionador de símbolos 306 del transmisor, el descorrelacionador de símbolos r306 del receptor puede obtener una constelación que usa la tasa de código y la información de capacidad de la constelación transmitida desde el transmisor. El multiplexor de bits r305 del receptor puede realizar una función inversa del demultiplexor de bits 305 del transmisor. El desintercalador interior r304 y el desintercalador exterior r302 del receptor puede realizar funciones inversas del intercalador interior 304 y el intercalador exterior 302 del transmisor, respectivamente para obtener el flujo de bits en su secuencia original. El desintercalador exterior r302 se puede omitir si el demodulador de BICM es específicamente para DVB-C2.

El decodificador interior r303 y el decodificador exterior r301 del receptor pueden realizar los procesos de descodificación correspondientes al codificador interior 303 y el codificador exterior 301 del transmisor, respectivamente, para corregir errores en el canal de transmisión. Procesos similares realizados en el trayecto de los datos se pueden realizar en el trayecto de señalización de L1, pero con diferentes parámetros (r308-1 ~ r301-1). En este punto, como se explica en la parte del preámbulo, un módulo de código acortado/perforado r303-1 se puede usar para la decodificación de señal de L1.

La Fig. 65 muestra un ejemplo de decodificación de LDPC usando acortamiento/perforación. Un demultiplexor r301a puede sacar separadamente la parte de la información y parte de paridad del código sistemático de los flujos de bits de entrada. Para la parte de información, se puede realizar un relleno de ceros (r302a) de acuerdo con una serie de flujos de bits de entrada del decodificador de LDPC, para la parte de paridad, los flujos de bits de entrada (r303a) el descodificador de LDPC se pueden generar mediante la desperforación de la parte perforada. La descodificación de LDPC (r304a) se puede realizar sobre flujos de bits generados, los ceros en la parte de información se puede extraer y sacar (r305a).

La Fig. 66 muestra un ejemplo de procesador de salida. Un desaleatorizador en BB r209 puede restaurar flujos de bits aleatorizados (209) en el transmisor. Un divisor r208 puede restaurar las tramas en BB que corresponden a múltiples PLP que se multiplexan y se transmiten desde el transmisor de acuerdo con el trayecto de PLP. Para cada trayecto de PLP, un extractor de cabecera en BB r207-1~n puede extraer la cabecera que se transmite en la parte delantera de la trama en BB. Un decodificador de CRC r206-1~n puede realizar la descodificación de CRC y hacer las tramas en BB fiables disponibles para una selección. Unos módulos de inserción de paquetes Nulos r205-1~n pueden restaurar los paquetes nulos que fueron extraídos para una eficiencia de transmisión más alta en su ubicación original. Unos módulos de recuperación de Retardos r204-1~n pueden restaurar un retardo que existe entre cada trayecto de PLP.

Unos módulos de recuperación de reloj de salida r203-1~n pueden restaurar la temporización original del flujo de servicios desde la información de tiempo transmitida desde los módulos de sincronización de flujo de entrada 203-1~n. Unos módulos de interfaz de salida r202-1~n pueden restaurar los datos en el paquete TS/GS de flujos de bits de entrada que son segmentados en la trama en BB. Unos módulos de proceso posterior de salida r201-1~n pueden restaurar varios flujos TS/GS en un flujo TS/GS completo, si es necesario. Los bloques sombreados mostrados en la Fig. 66 representan módulos que se pueden usar cuando un PLP único se procesa en un momento y el resto de los bloques representan los módulos que se pueden usar cuando PLP múltiples se procesan al mismo tiempo.

Los patrones piloto de preámbulo se diseñaron cuidadosamente para evitar un aumento de PAPR, de esta manera, si la tasa de repetición de L1 puede aumentar la PAPR necesita ser considerada. El número de bits de información de L1 varía dinámicamente de acuerdo con la unión de canales, el número de los PLP, etc. En concreto, es necesario considerar cosas tales como que el tamaño de bloque de L1 fijo puede introducir una sobrecarga innecesaria; la señalización de L1 debería ser protegida más fuertemente que los símbolos de datos; y el intercalado de tiempo del bloque de L1 puede mejorar la robustez sobre el deterioro de canal tal como la necesidad ruido impulsivo.

Para una tasa de repetición de bloque de L1 de 8 MHz, como se muestra en la Fig. 67, la eficiencia espectral completa (26,8% de aumento de BW) se presenta con la perforación virtual pero la PAPR se puede aumentar dado que el ancho de banda de L1 es el mismo que aquel de los símbolos de datos. Para la tasa de repetición de 8 MHz, se puede usar un intercalado de frecuencia 4K-FFT DVB-T2 para el común de los casos y el mismo patrón puede repetirse a sí mismo en un período de 8 MHz después del intercalado.

Para una tasa de repetición de bloque de L1 de 6 MHz, como se muestra en la Fig. 68, una eficiencia espectral reducida se puede exhibir sin perforado virtual. Un problema similar de PAPR que para el caso de 8 MHz puede ocurrir dado que los anchos de banda de L1 y de símbolo de datos comparten LCM=24 MHz. Para la tasa de repetición de 6 MHz, el intercalado de frecuencia 4K-FFT DVB-T2 se puede usar para el común de los casos y el mismo patrón puede repetirse a sí mismo en un período de 24 MHz después del intercalado.

La Fig. 69 muestra una nueva tasa de repetición del bloque de L1 de 7,61 MHz o de ancho de banda sintonizador completo. La eficiencia espectral completa (26,8% de aumento de BW) se puede obtener sin la perforación virtual. No puede haber ningún problema de PAPR dado que los anchos de banda de L1 y de símbolos de datos comparten LCM = 1704 MHz. Para la tasa de repetición de 7,61 MHz, se puede usar el intercalado de frecuencia 4 K-FFT DVB-T2 para el común de los casos y el mismo patrón puede repetirse a sí mismo por períodos de alrededor de 1704 MHz después del intercalado.

La Fig. 70 es un ejemplo de señalización de L1 que se transmite en la cabecera de trama. Cada información en la señalización de L1 se puede transmitir al receptor y se puede usar como un parámetro de descodificación. En especial, la información se puede usar en el trayecto de señal de L1 mostrado en la Fig. 64 y los PLP se pueden transmitir en cada segmento de datos. Se puede obtener un aumento de robustez para cada PLP.

La Fig. 72 es un ejemplo de un intercalador de símbolos 308-1, como se muestra en el trayecto de señalización de L1 en la Fig. 37 y también puede ser un ejemplo de su correspondiente desintercalador de símbolos r308-1 como se muestra en el trayecto de señalización de L1 en la Fig. 64. Los bloques con líneas inclinadas representan bloques de L1 y bloques continuos representan las portadoras de datos. Los bloques de L1 se pueden transmitir no sólo dentro de un preámbulo único, sino que también se pueden transmitir en múltiples bloques OFDM. Dependiendo de un tamaño del bloque de L1, el tamaño del bloque de intercalado puede variar. En otras palabras, el num_L1_sym y la extensión de L1 pueden ser diferentes uno respecto al otro. Para minimizar sobrecarga innecesaria, los datos se pueden transmitir en el resto de las portadoras de los símbolos OFDM donde se transmite el bloque de L1. En este punto, la eficiencia espectral completa se puede garantizar debido a que el ciclo de repetición del bloque L1 es todavía un ancho de banda de sintonizador completo. En la Fig. 72, los números en los bloques con líneas inclinadas representan el orden de los bits dentro de un único bloque de LDPC.

En consecuencia, cuando los bits están escritos en una memoria de intercalado en la dirección de la fila de acuerdo con un índice de símbolos como se muestra en la Fig. 72 y se leen en la dirección de la columna de acuerdo con un índice de portadora, se puede obtener un efecto de intercalado de bloque. En otras palabras, un bloque de LDPC se puede intercalar en el dominio del tiempo y el dominio de la frecuencia y luego se puede transmitir. El num_L1_sym

puede ser un valor predeterminado, por ejemplo, se puede fijar un número entre 2~4 como una serie de símbolos OFDM. En este punto, para aumentar la granularidad del tamaño de bloque de L1, se puede usar un código de LDPC perforado/acortado que tiene una longitud mínima de la palabra de código para la protección de L1.

La Fig. 73 es un ejemplo de una transmisión de un bloque de L1. La Fig. 73 ilustra la Fig. 72 en el dominio de la trama. Como se muestra en la Fig. 73a, los bloques de L1 se pueden extender en el ancho de banda del sintonizador completo o como se muestra en la Fig. 73b, los bloques de L1 pueden estar parcialmente extendidos y el resto de las portadoras se pueden usar para la portadora de datos. En cualquier caso, se puede ver que la tasa de repetición del bloque de L1 puede ser idéntica a un ancho de banda de sintonizador completo. Además, para los símbolos OFDM que usan señalización de L1, incluyendo el preámbulo, sólo se puede realizar el intercalado de símbolos mientras que no se permite la transmisión de datos en esos símbolos OFDM. En consecuencia, para el símbolo OFDM usado para la señalización de L1, un receptor puede descodificar L1 realizando el desintercalado sin descodificación de datos. En este punto, el bloque de L1 puede transmitir señalización de L1 de la trama actual o señalización de L1 de una trama posterior. En el lado del receptor, los parámetros de L1 descodificados a partir del trayecto de descodificación de señalización de L1 mostrados en la Fig. 64 se pueden usar para el proceso de descodificación para el trayecto de datos a partir del analizador sintáctico de tramas de la trama posterior.

En resumen, en un transmisor, la intercalación de los bloques de la región de L1 se puede realizar escribiendo bloques a una memoria en una dirección de la fila y leyendo los bloques escritos de la memoria en una dirección de la columna. En un receptor, el desintercalado de los bloques de la región L1 se puede realizar escribiendo bloques a una memoria en una dirección de la columna y leyendo los bloques escritos de la memoria en una dirección de la fila. Las direcciones de lectura y escritura del transmisor y receptor se pueden intercambiar.

Cuando la simulación se realiza con suposiciones tales como CR=1/2 para la protección de L1 y elementos comunes T2; correlación de símbolos 16-QAM; densidad de piloto de 6 en el preámbulo; número de LDPC corto implica que está hecha la cantidad requerida de perforación/acortamiento, resultados o conclusiones tales que solamente el preámbulo para la transmisión de L1 puede no ser suficiente; el número de símbolos OFDM depende de la cantidad del tamaño de bloque de L1; la palabra de código LDPC más corta (por ejemplo, información de 192 bits) entre el código acortado/ perforado se puede usar para flexibilidad y granularidad fina; y se puede añadir Relleno si se requiere con una sobrecarga insignificante, se pueden obtener. El resultado se resume en la Fig. 71.

En consecuencia, para una tasa de repetición de bloque de L1, un ancho de banda de sintonizador completo sin perforación virtual puede ser una buena solución y aún no puede surgir un problema PAPR con la eficiencia espectral completa. Para la señalización de L1, la estructura de señalización eficiente puede permitir la configuración máxima en un entorno de unión de 8 canales, 32 muescas, 256 segmentos de datos, y 256 PLP. Para la estructura de bloque de L1, la señalización de L1 flexible se puede ejecutar de acuerdo con el tamaño de bloque de L1. El intercalado de tiempo se puede realizar para mejorar la robustez para elementos comunes T2. Menos sobrecarga puede permitir la transmisión de datos en el preámbulo.

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

Se puede usar el bloque de L1 de tamaño variable. El tamaño puede ser adaptable a la cantidad de bits de señalización de L1, provocando una reducción de la sobrecarga. La eficiencia espectral completa se puede obtener sin problemas de PAPR. Menos de 7,61 MHz de repetición puede significar que se puede enviar más redundancia pero no usada. No pueden surgir problemas de PAPR debido a la tasa de repetición de 7,61 MHz para el bloque de L1.

La Fig. 74 es otro ejemplo de la señalización de L1 transmitida dentro de una cabecera de trama. Esta Fig. 74 es diferente 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 está divido en una L1_column que tiene 9 bits y una L1_row con 3 bits. La L1_column representa el índice de portadora que se extiende por L1. Debido a que segmento de datos empieza y termina cada 12 portadoras, que es la densidad del piloto, los 12 bits de sobrecarga general se pueden reducir en 3 bits para alcanzar 9 bits.

La L1_row representa el número de símbolos OFDM donde L1 se extiende cuando se aplica el intercalado de tiempo. En consecuencia, el intercalado de tiempo se puede realizar dentro de un área de L1_columns multiplicada por L1_rows. Alternativamente, un tamaño total de bloques de L1 se puede transmitir de manera que L1_span mostrada en la Fig. 70 se puede usar cuando el intercalado de tiempo no se realiza. Para tal caso, el tamaño de bloque de L1 es 11.776 x 2 bits en el ejemplo, de esta manera, 15 bits es suficiente. En consecuencia, el campo L1_span puede estar compuesto de 15 bits.

La Fig. 75 es un ejemplo de intercalado/desintercalado de frecuencia o de tiempo. La Fig. 75 muestra una parte de una trama de transmisión entera. La Fig. 75 también muestra la unión de múltiples anchos de banda de 8 MHz. Una trama puede constar de un preámbulo que transmite bloques de L1 y un símbolo de datos que transmite los datos.

Los diferentes tipos de símbolos de datos representan segmentos de datos de los diferentes servicios. Como se muestra en la Fig. 75, en el preámbulo transmite bloques de L1 por cada 7,61 MHz.

Para el preámbulo, el intercalado de frecuencia o de tiempo se realiza dentro de los bloques de L1 y no se realiza entre los bloques de L1. Es decir, para el preámbulo, se puede decir que el intercalado se realiza a nivel de bloque de L1. Esto permite la descodificación de los bloques de L1 mediante la transmisión de bloques de L1 dentro de un ancho de banda de ventana de sintonizador incluso cuando la ventana del sintonizador se ha movido a una ubicación aleatoria dentro de un sistema de unión de canales.

Para descodificar símbolos de datos en un ancho de banda de ventana del sintonizador aleatorio, no debería ocurrir el intercalado entre segmentos de datos. Es decir, para segmentos de datos, se puede decir que el intercalado se realiza a nivel de segmento de datos. En consecuencia, el intercalado de frecuencia y el intercalado de tiempo se debería realizar dentro de un segmento de datos. Por lo tanto, un intercalador de símbolos 308 en un trayecto de datos de un módulo de BICM del transmisor como se muestra en la Fig. 37 puede realizar el intercalado de símbolos para cada segmento de datos. Un intercalador de símbolos 308-1 en un trayecto de señal de L1 puede realizar el intercalado de símbolos para cada bloque de L1.

Un intercalador de frecuencia 403 mostrado en la Fig.42 necesita realizar el intercalado en el preámbulo y los símbolos de datos por separado. Específicamente, para el preámbulo, el intercalado de frecuencia se pueden realizar para cada bloque de L1 y para símbolo de datos, el intercalado de frecuencia se pueden realizar para cada segmento de datos. En este punto, el intercalado de tiempo en el trayecto de datos o el trayecto de la señal de L1 puede no ser realizado considerando el modo de baja latencia.

La Fig. 76 es una tabla que analiza la sobrecarga de la señalización de L1 que se transmite en una cabecera FECFRAME en el módulo de Inserción de Cabecera ModCod 307 del trayecto de datos del módulo de BICM como se muestra en la Fig. 37. Como se ve en la Fig. 76, para el bloque LDPC corto (tamaño = 16200), puede ocurrir una sobrecarga máxima del 3,3% que puede no ser insignificante. En el análisis, se asumen 45 símbolos para la protección de FECFRAME y el preámbulo es una trama específica C2 de señalización de L1 y la cabecera FECFRAME es FECFRAME de señalización específica L1, es decir, Mod, Cod, y el identificador del PLP.

Para reducir la sobrecarga de L1, se pueden considerar planteamientos de acuerdo con dos tipos de segmentos de datos. Para el tipo ACM/VCM y casos de múltiples PLP, la trama se puede mantener la misma que para la cabecera FECFRAME. Para el tipo ACM/VCM y casos de PLP único, el identificador de PLP se puede extraer de la cabecera FECFRAME, provocando una reducción de la sobrecarga de hasta 1,8%. Para el tipo de CCM y casos de múltiples PLP, el campo de Mod/Cod se puede eliminar de la cabecera FECFRAME, provocando una reducción de sobrecarga de hasta un 1,5%. Para el tipo de CCM y casos de PLP único, no se requiere cabecera FECFRAME, de esta manera, se puede obtener hasta el 3,3% de reducción de sobrecarga.

En una señalización de L1 reducida, se puede transmitir o bien Mod/Cod (7 bits) o bien el identificador de PLP (8 bits), pero puede ser demasiado corto para obtener alguna ganancia de codificación. Sin embargo, es posible no requerir sincronización porque los PLP puede estar alineados con la trama de la transmisión de C2; cada ModCod de cada PLP se puede conocer a partir del preámbulo; y un simple cálculo puede permitir la sincronización con la FECFRAME específica.

La Fig. 77 está mostrando una estructura para una cabecera FECFRAME para minimizar la sobrecarga. En la Fig. 77, los bloques con líneas inclinadas y el Formador de FECFRAME representan un diagrama de bloques de detalle del módulo de Inserción de Cabecera de ModCod 307 en el trayecto de datos del módulo de BICM como se muestra en la Fig. 37. Los bloques de línea continua representan un ejemplo de módulo de codificación interna 303, intercalador interior 304, demultiplexor de bits 305, y correlacionador de símbolos 306 en el trayecto de datos del módulo de BICM como se muestra en la Fig. 37. En este punto, se puede realizar la señalización acortada de L1 porque CCM no requiere un campo de Mod/Cod y el PLP único no requiere un identificador de PLP. En esta señal de L1 con un número reducido de bits, la señal de L1 se puede repetir tres veces en el preámbulo y se puede realizar la modulación BPSK, de esta manera, es posible una señalización muy robusta. Finalmente, el módulo de Inserción de Cabecera de ModCod 307 puede insertar la cabecera generada en cada trama de FEC. La Fig. 84 está mostrando un ejemplo del módulo de extracción de ModCod r307 en el trayecto de datos del módulo de demodulación de BICM mostrado en la Fig. 64.

Como se muestra en la Fig. 84, la cabecera FECFRAME se puede analizar sintácticamente (r301b), entonces los símbolos que transmiten información idéntica en símbolos repetidos se pueden retardar, alinear, y luego combinar (combinación Rake r302b). Finalmente, cuando se realiza la demodulación BPSK (r303b), el campo de señal de L1 recibida se puede restaurar y este campo de la señal de L1 restaurado se puede enviar al controlador del sistema para ser usado como parámetros para la decodificación. La FECFRAME analizada sintácticamente se puede enviar al descorrelacionador de símbolos.

La Fig. 78 está mostrando un rendimiento de la tasa de error de bit (BER) de la protección de L1 anteriormente mencionada. Se puede ver que se obtienen alrededor de 4,8 dB de ganancia de SNR a través de una repetición de tres veces. La SNR requerida es de 8,7 dB a BER=1E-11.

La Fig. 79 está mostrando ejemplos de tramas de transmisión y estructuras de trama FEC. Las estructuras de trama FEC mostradas en la parte superior derecha de la Fig. 79 representan la cabecera FECFRAME insertada mediante el módulo de Inserción de la cabecera ModCod 307 de la Fig. 37. Se puede ver que dependiendo de diversas combinaciones de condiciones es decir, tipo CCM o ACM/VCM y PLP únicas o múltiples, se pueden insertar diferentes tamaños de cabeceras. O bien, no se puede insertar una cabecera. Las tramas de transmisión formadas de acuerdo con los tipos de segmento de datos y mostradas en el lado inferior izquierdo de la Fig. 79 pueden ser formadas por el módulo de inserción de cabecera de Trama 401 del formador de tramas como se muestra en la Fig. 42 y el módulo fusionador/segmentador 208 del procesador de entrada mostrado en la Fig. 35. En este punto, el FECFRAME se puede transmitir de acuerdo con diferentes tipos de segmento de datos. Usando este método, se puede reducir un máximo del 3,3% de sobrecarga. En el lado superior derecho de la Fig. 79, se muestran cuatro tipos diferentes de estructuras, pero una persona experta en la técnica entiende que estos son solamente ejemplos, y ninguno de estos tipos o sus combinaciones se pueden usar para el segmento de datos.

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

Como se muestra en el lado superior derecho de la Fig. 79, la estructura fecframe se puede dividir en dos grupos, en los que el primer grupo es el superior de tres estructuras de trama con cabecera y el segundo es la última estructura de trama sin cabecera.

La Fig. 80 está mostrando un ejemplo de señalización de L1 que se puede transmitir dentro del preámbulo mediante el módulo de inserción de cabecera de trama 401 del módulo formador de tramas mostrado en la Fig. 42. Esta señalización de L1 es diferente de la señalización de L1 previa en que el tamaño del bloque de L1 se puede transmitir en bits (L1_size, 14 bits), es posible encender/apagar el intercalado de tiempo en el segmento de datos (dslice_time_intrlv, 1 bit); y mediante la definición del tipo de segmento de datos (dslice_type, 1 bit), la sobrecarga de señalización de L1 se reduce. En este punto, cuando el tipo de segmento de datos es CCM, el campo de Mod/Cod se puede transmitir dentro del preámbulo más que dentro de la cabecera FECFRAME (plp_mod (3 bits), plp_fec_type (1 bit), plp_cod (3 bits)).

En el lado receptor, el descodificador interior acortado/perforado r303-1 de la demodulación de BICM como se muestra en la Fig. 64 puede obtener el primer bloque de LDPC, que tiene un tamaño de bloque fijo de L1, transmitido dentro del preámbulo, a través de la decodificación. Los números y el tamaño del resto de los bloques de LDPC también se pueden obtener.

El intercalado tiempo se puede usar cuando se necesitan múltiples símbolos OFDM para la transmisión de L1 o cuando hay un segmento de datos de intercalado de tiempo. Un encendido/apagado flexible del intercalado de tiempo es posible con una bandera de intercalado. Para el intercalado de tiempo del preámbulo, una bandera de intercalado de tiempo (1 bit) y una serie de símbolos OFDM intercalados (3 bits) se pueden requerir, de esta manera, un total de 4 bits se pueden proteger de una forma similar a una cabecera FECFRAME acortada.

La Fig. 81 está mostrando un ejemplo de señalización previa de L1 que se puede realizar en el módulo de Inserción de Cabecera ModCod 307-1 en el trayecto de datos del módulo de BICM mostrado en la Fig. 37. Los bloques con líneas inclinadas y el Formador de Preámbulo son ejemplos del módulo de Inserción de la Cabecera ModCod 307-1 en el trayecto de señalización de L1 del módulo de BICM mostrado en la Fig. 37. Los bloques de líneas continuas son ejemplos del módulo de inserción de cabecera de tramas 401 del formador de Tramas como se muestra en la Fig. 42.

También, los bloques sólidos pueden ser ejemplos de módulo de código interno acortado/perforado 303-1, intercalador interior 304-1, demultiplexor de bits 305-1, y correlacionador de símbolos 306-1 en el trayecto de señalización L1 del módulo de BICM mostrado en la Fig. 37.

Como se ve en la Fig. 81, la señal L1 que se transmite en el preámbulo se puede proteger usando codificación LDPC acortada/perforada. Parámetros relacionados se pueden insertar en la cabecera en forma de L1 previa. En este punto, sólo los parámetros de intercalado de tiempo se pueden transmitir en la cabecera del preámbulo. Para asegurar más robustez, se puede realizar una repetición de cuatro veces. En el lado receptor, para ser capaz de descodificar la señal L1 que se transmite en el preámbulo, el módulo de extracción de ModCod r307-1 en el trayecto de señalización de L1 de la demodulación de BICM como se muestra en la Fig. 64 necesita 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 de decodificación FECFRAME anterior, se requiere un proceso de recepción Rake que sincroniza los símbolos repetidos cuatro veces y que añade los símbolos.

La Fig. 82 muestra una estructura de L1 del bloque de señalización que se transmite desde el módulo de inserción de la cabecera de trama 401 del módulo formador de la trama como se muestra en la Fig. 42. Ella está mostrando un caso donde no se usa el intercalado de tiempo en un preámbulo. Como se muestra en la Fig. 82, diferentes tipos de bloques de LDPC se pueden transmitir en el orden de las portadoras. Una vez que un símbolo OFDM se forma y se transmite entonces un siguiente símbolo OFDM se forma y se transmite. Para que el último símbolo OFDM sea transmitido, si hay alguna portadora restante, esas portadoras se pueden usar para la transmisión de datos o puede ser rellenado de forma ficticia. El ejemplo de la Fig. 82 muestra un preámbulo que consta de tres símbolos OFDM. En un lado receptor, para este caso no intercalado, se puede omitir el desintercalador de símbolos r308-1 en el trayecto de señalización de L1 del demodulador de BICM como se muestra en la Fig. 64.

La Fig. 83 muestra un caso donde se realiza el intercalado de tiempo de L1. Como se muestra en la Fig. 83, el intercalado de bloques se puede realizar de una manera que forma un símbolo OFDM para los índices de portadora idénticos que luego forman unos símbolos OFDM para los siguientes índices de portadora. Como en el caso donde no se realiza ningún intercalado, si hay alguna portadora pendiente, esas portadoras se pueden usar para la transmisión de datos o pueden ser rellenados de forma ficticia. En un lado receptor, en este caso de no intercalado, el desintercalador de símbolos r308-1 en el trayecto de señalización de L1 del demodulador de BICM mostrado en la Fig. 64 puede realizar el desintercalado del bloque mediante la lectura de bloques de LDPC en orden creciente de los números de los bloques LDPC.

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

XFECFrame significa Trama de XFEC (Corrección de Errores sin canal de retorno Compleja) y mod/Cod significa el tipo de modulación/tasa de código.

En un receptor, un analizador sintáctico de tramas puede formar un trama 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 un cabecera XFECFrame y un segundo tipo de segmento de datos que tiene XFECFrame sin cabecera XFECFrame. También, un receptor puede extraer un campo para indicar si realizar desintercalado de tiempo en los símbolos de preámbulo o no realizar el desintercalado de tiempo en los símbolos de preámbulo, desde la L1 de los símbolos preámbulo.

En un transmisor, un formador de tramas puede construir una trama. 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 una XFECFrame sin cabecera XFECFrame. Además, un campo para indicar si realizar el intercalado de tiempo en símbolos de preámbulo o no realizar el intercalado de tiempo en símbolos de preámbulo se puede insertar en la L1 de los símbolos de preámbulo.

Por último, para el código acortado/perforado para el módulo de inserción de cabecera de trama 401 del formador de tramas mostrado en la Fig. 42, un tamaño mínimo de palabra de código que puede obtener ganancia de codificación se puede determinar y se puede transmitir en un primer bloque de LDPC. De esta manera, para el resto de tamaños de los bloques de LDPC se puede obtener desde que se transmite el tamaño de bloque de L1.

La Fig. 85 está mostrando otro ejemplo de la señalización de L1 previa que se puede transmitir desde el módulo de Inserción de la Cabecera ModCod 307-1 en el trayecto de señalización de L1 del módulo de BICM mostrado en la Fig. 37. La Fig.8 5 es diferente de la Fig. 81 en que el mecanismo de protección de parte de cabecera se ha modificado. Como se ve en la Fig. 85, la información de tamaño de bloque de L1 L1_size (14 bits) no se transmite en el bloque de L1, sino que se transmite en la Cabecera. En la Cabecera, también se puede transmitir la información de intercalado de tiempo de 4 bits. Para un total de 18 bits de entrada, el código BCH (45, 18) que saca 45 bits se usa y se copia a los dos trayectos y finalmente, se correlaciona en QPSK. Para el trayecto Q, un desplazamiento cíclico de 1 bit se puede realizar para ganancia de diversidad y la modulación PRBS de acuerdo con la palabra de sincronización se puede realizar. Un total de 45 símbolos QPSK se pueden sacar de estas entradas de trayecto I/Q. En este punto, si la profundidad del intercalado de tiempo se establece como una serie de preámbulos que se requiere para transmitir el bloque L1, L1_span (3bits) que indica que la profundidad de intercalado de tiempo puede no necesitar ser transmitida. En otras palabras, solamente se puede transmitir la bandera de encendido/apagado (1 bit) del intercalado de tiempo. En un lado receptor, comprobando solamente un número de los preámbulos transmitidos, sin usar la L1_span, se puede obtener la profundidad de desintercalado de tiempo.

La Fig. 86 está mostrando un ejemplo de programación del bloque de señalización de L1 que se transmite en el preámbulo. Si el tamaño de la información de L1 que puede ser transmitida en un preámbulo es Nmax, cuando el tamaño de L1 es menor que Nmax, un preámbulo puede transmitir la información. Sin embargo, cuando el tamaño de L1 es más grande que Nmax, la información de L1 puede ser igualmente dividida de manera que el sub-bloque de L1 dividido es menor que Nmax, entonces el sub-bloque de L1 dividido se puede transmitir en un preámbulo. En este punto, para una portadora que no se usa debido a que la información de L1 que es más pequeña que Nmax, no se transmiten datos.

En su lugar, como se muestra en la Fig. 88, la potencia de las portadoras donde se transmiten un bloque de L1 se puede aumentar hasta mantener una potencia total de la señal de preámbulo igual a la potencia de símbolo de datos. El factor de aumento de potencia se puede variar dependiendo del tamaño de L1 transmitido y un transmisor y un receptor pueden tener un valor fijado de este factor de aumento de potencia. Por ejemplo, si sólo se usan la mitad de las portadoras totales, el factor de aumento de potencia puede ser dos.

La Fig. 87 está mostrando un ejemplo de señalización de L1 previa donde se considera el aumento de potencia. Cuando se compara con la Fig. 85, se puede observar que la potencia del símbolo QPSK se puede aumentar y enviar al formador de preámbulo.

La Fig. 89 está mostrando otro ejemplo de módulo de extracción de ModCod r307-1 en el trayecto de señalización de L1 del módulo de demodulación de BICM mostrado en la Fig. 64. A partir del símbolo de entrada de preámbulo, la FECFRAME de señalización de L1 se pueden sacar en el descorrelacionador de símbolos y solamente parte de la cabecera pueden ser decodificada.

Para el símbolo de cabecera de entrada, la descorrelación de QPSK se puede realizar y se puede obtener el valor de la Relación de Probabilidad de Registro (LLR). Para el trayecto Q, la demodulación de PRBS de acuerdo con la palabra de sincronización se puede realizar y el proceso inverso del desplazamiento cíclico de 1-bit se puede realizar para la restauración.

Estos dos valores de trayecto I/Q alineados se pueden combinar y se puede obtener la ganancia de SNR. La salida de la decisión difícil se puede introducir en el decodificador BCH. El decodificador BCH puede restaurar 18 bits de la L1 previa a partir de la entrada de 45 bits.

La Fig. 90 está mostrando una contraparte, el extractor ModCod de un receptor. Cuando se compara con la Fig. 89, el control de potencia se puede realizar en los símbolos de entrada del descorrelacionador QPSK para restaurar desde el nivel de potencia aumentado por el transmisor a su valor original. En este punto, el control de potencia se puede realizar teniendo considerando una serie de portadoras usadas para la señalización de L1 en un preámbulo y tomando un inverso del factor de aumento de potencia obtenido de un transmisor. El factor de aumento de potencia establece la potencia del preámbulo y la potencia de símbolo de datos idénticas una a la otra.

La Fig. 91 está mostrando un ejemplo de sincronización de L1 previa que se puede realizar en el módulo de extracción de ModCod r307-1 en el trayecto de señalización L1 del módulo de demodulación de BICM mostrado en la Fig. 64. Este es un proceso de sincronización para obtener una posición de inicio de la Cabecera en un preámbulo. Los símbolos de entrada pueden ser descorrelacionados QPSK luego para el trayecto Q de salida, se puede realizar un inverso de un desplazamiento cíclico de 1 bit y se puede realizar la alineación. Dos valores de trayectos I/Q se pueden multiplicar y los valores modulados por la señalización de L1 previa se pueden demodular. De esta manera, la salida del multiplicador puede expresar sólo PRBS que es una palabra de sincronización. Cuando la salida se correlaciona con una PRBS de secuencia conocida, se puede obtener un pico de correlación en la Cabecera. De esta manera, se puede obtener una posición de inicio de la Cabecera en un preámbulo. Si es necesario, el control de potencia que se realiza para restaurar el nivel de potencia original, como se muestra en la Fig. 90, se puede realizar en la entrada del descorrelacionador QPSK.

La Fig. 92 está mostrando otro ejemplo de campo de cabecera del bloque de L1 que se envía al módulo de Inserción de Cabecera 307-1 en el trayecto de señalización de L1 del módulo de BICM como se muestra en la Fig. 37. Esta Fig. 92 es diferente de la Fig. 85 en que L1_span representa que la profundidad de intercalado de tiempo se reduce a 2 bits y los bits reservados se aumentan en 1 bit. Un receptor puede obtener el parámetro de intercalado de tiempo de bloque de L1 a partir de la L1_span transmitida.

La Fig. 93 está mostrando los procesos de dividir igualmente un bloque de L1 en tantas partes como una serie de preámbulos que insertan entonces una cabecera en cada uno de los bloques de L1 divididos y luego asignando los bloques de L1 con la cabecera insertada en un preámbulo. Esto se puede realizar cuando un intercalado de tiempo se realiza con una serie de preámbulos donde el número de preámbulos es mayor que un número mínimo de preámbulos que se requiere para la transmisión del bloque de L1. Esto se puede realizar en el bloque de L1 en el trayecto de señalización de L1 del módulo de BICM como se muestra en la Fig. 37. El resto de las portadoras, después de la transmisión de bloques de L1 puede tener patrones de repetición cíclicos en lugar de ser rellenados con ceros.

La Fig. 94 está mostrando un ejemplo del Descorrelacionador de Símbolos r306-1 del módulo de demodulación BICM como se muestra en la Fig. 64. Para un caso en que los bloques de L1 de FEC se repiten como se muestra en la Fig. 93, cada punto de partida de bloque de L1 FEC se puede alinear, combinar (r301f), y luego descorrelacionar QAM (r302f) para obtener ganancia de diversidad y ganancia de SNR. En este punto, el combinador puede incluir procesos de alineación y adición de cada bloque de L1 FEC y dividir el bloque de L1 de FEC añadido. Para el caso en que se repite sólo una parte del último bloque FEC como se muestra en la Fig. 93, sólo la parte repetida se puede dividir en tanto como una número de cabecera de bloque FEC y la otra parte se puede dividir por un valor que es uno menos que un número de cabecera de bloque FEC. En otras palabras, el número de división corresponde a un número de portadoras que se añade a cada portadora.

La Fig.98 muestra otro ejemplo de la programación de bloque de L1. La Fig. 98 es diferente de la Fig. 93 en que, en lugar de realizar el relleno de ceros o repetición cuando los bloques de L1 no llenan un símbolo OFDM, el símbolo OFDM se puede llenar con redundancia de paridad realizando menos perforado en el código acortado/perforado en el transmisor. En otras palabras, cuando la perforación de paridad (304c) se realiza en la Fig. 38, la tasa de código efectiva se puede determinar de acuerdo con la relación de perforación, de esta manera, perforando tan pocos bits que tienen que ser rellenados a cero, la tasa de código efectiva se puede disminuir y se puede obtener una mejor ganancia de codificación. El módulo de desperforado de paridad r303a de un receptor como se muestra en la Fig. 65 puede realizar el desperforado considerando la redundancia de paridad menos perforada. En este punto, debido a que un receptor y un transmisor pueden tener información sobre el tamaño total del bloque de L1, la relación de perforación se puede calcular.

La Fig. 95 está mostrando otro ejemplo de campo de señalización de L1. La Fig. 95 es diferente de la Fig. 74 en que, para un caso en que el tipo de segmento de datos es CCM, se puede transmitir una dirección de inicio (21 bits) del PLP. Esto puede permitir a la FECFRAME de cada PLP formar una trama de transmisión, sin que la FECFRAME esté alineada con la posición de inicio de una trama de transmisión. De esta manera, la sobrecarga de relleno, que puede ocurrir cuando una anchura de segmento de datos es estrecha, puede ser eliminada. Un receptor, cuando un tipo de segmento de datos es CCM, puede obtener información ModCod del preámbulo en el trayecto de señalización de la L1 del demodulador de BICM como se muestra en la Fig. 64, en lugar de obtenerlo de la cabecera FECFRAME. Además, incluso cuando ocurre un zapping en un lugar aleatorio de la trama de transmisión, la sincronización de la FECFRAME se puede realizar sin retardo porque la dirección de inicio del PLP se puede obtener ya desde el preámbulo.

La Fig. 96 está mostrando otro ejemplo de campos de señalización de L1 que puede reducir la sobrecarga de direccionamiento de PLP.

La Fig. 97 está mostrando los números de símbolos QAM que corresponden a una FECFRAME dependiendo de los tipos de modulación. En este punto, un máximo común divisor de símbolo QAM es 135, de esta manera, una sobrecarga de long2 (135) ≈ 7 bits se puede reducir. De esta manera, la Fig. 96 es diferente de la Fig. 95 en que un número de bits del campo de PLP_start se puede reducir desde 21 bits a 14 bits. Este es el resultado de considerar 135 símbolos como un solo grupo y direccionar el grupo. Un receptor puede obtener un índice de portadora OFDM en el que comienza el PLP en un trama de transmisión después de obtener el valor del campo PLP_start y multiplicándolo por 135.

La Fig. 99 y la Fig. 101 muestran ejemplos del intercalador de símbolos 308 que puede intercalar en tiempo símbolos de datos que se envían desde el módulo de Inserción de Cabecera ModCod 307 en el trayecto de datos del módulo de BICM como se muestra en la Fig. 37.

La Fig. 99 es un ejemplo de intercalador de Bloque que puede operar sobre una base de segmento de datos. El valor de la fila significa un número de celdas de carga útil en cuatro de los símbolos OFDM en un segmento de datos. El intercalado sobre la base de símbolos OFDM puede no ser posible debido a que el número de celdas puede cambiar entre las celdas OFDM adyacentes. El valor de la columna K significa una profundidad de intercalado de tiempo, que puede ser de 1, 2, 4, 8 o 16... La señalización de K para cada segmento de datos se puede realizar dentro de la señalización de L1. El intercalador de frecuencia 403 como se muestra en la Fig. 42 se puede realizar anterior al intercalador de tiempo 308 como se muestra en la Fig. 37.

La Fig. 100 muestra un rendimiento de intercalado del intercalador de tiempo como se muestra en la Fig. 99. Se supone que un valor de columna es de 2, un valor de la fila es de 8, una anchura de segmento de datos es de 12 celdas de datos, y que no están los pilotos continuos en los segmentos de datos. La figura de la parte superior de la Fig. 100 es una estructura de símbolo OFDM cuando no se realiza un intercalado de tiempo y la figura inferior de la Fig. 100 es una estructura de símbolo OFDM cuando se realiza un intercalado de tiempo. Las celdas de color negro representan un piloto disperso y las celdas que no son negras representan las celdas de datos. El mismo tipo de celdas de datos representa un símbolo OFDM. En la Fig. 100, las celdas de datos que corresponden a un símbolo OFDM único se intercalan en dos símbolos. Se usa una memoria de intercalado que corresponde a ocho símbolos OFDM pero la profundidad de intercalado corresponde a sólo dos símbolos OFDM, de esta manera, no se obtiene una profundidad de intercalado completa.

La Fig. 101 se sugiere para alcanzar la profundidad de intercalación completa. En la Fig. 101, las celdas negras representan pilotos dispersos y las celdas que no son negras representan celdas de datos. El intercalador de tiempo como se muestra en la Fig. 101 se puede implementar en una forma de intercalador de bloque y puede intercalar segmentos de datos. En la Fig. 101, un número de columna, K representa una anchura de segmento de datos, un número de la fila, N representa la profundidad de intercalado de tiempo y el valor, K puede ser valores aleatorios es decir, K=1, 2, 3,.. El proceso de intercalado incluye escribir una celda de datos de una manera de trenzado de columna y leer en una dirección de la columna, excluyendo las posiciones piloto. Es decir, se puede decir que el intercalado se realiza de forma trenzada fila-columna.

Además, en un transmisor, las celdas que se leen de una manera trenzada de columna de la memoria de intercalado corresponden a un símbolo OFDM único y las posiciones piloto de los símbolos OFDM se pueden mantener mientras se intercalan las celdas.

Además, en un receptor, las celdas que se leen de una manera de trenzada de columna de la memoria de desintercalado corresponden a un símbolo OFDM único y las posiciones piloto de los símbolos OFDM se pueden mantener mientras que se desintercalan en tiempo las celdas.

La Fig. 102 muestra el rendimiento del intercalado de tiempo de la Fig. 101. Para 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 están pilotos continuos en los segmentos de datos. En la Fig. 102, las celdas de datos que corresponden a un símbolo OFDM único se intercalan en ocho símbolos OFDM. Como se muestra en la Fig. 102, se usa una memoria de intercalado que corresponde a ocho símbolos OFDM y la profundidad de intercalado resultante corresponde a ocho símbolos OFDM, de esta manera, se obtiene la profundidad de intercalado completa.

El intercalador de tiempo como se muestra en la Fig. 101 puede ser ventajoso porque la profundidad de intercalado completa se puede obtener usando una memoria idéntica; la profundidad de intercalado puede ser flexible, a diferencia de la Fig. 99; en consecuencia, una longitud de la trama de transmisión puede ser demasiado flexible, es decir, las filas no necesitan ser múltiplos de cuatro. Adicionalmente, el intercalador de tiempo usado para el segmento de datos, puede ser idéntico al método de intercalado usado para el preámbulo y también pueden tener elementos comunes con un sistema de transmisión digital que usa OFDM general. En concreto, el intercalado de tiempo 308 como se muestra en la Fig. 37 se puede usar antes del intercalador de frecuencia 403 como se muestra en la Fig. 42. Con respecto a una complejidad del receptor, no se puede requerir ninguna memoria adicional más que la lógica de control de dirección adicional que puede requerir una complejidad muy pequeña.

La Fig. 103 muestra un desintercalador de símbolo correspondiente r308 en un receptor. Se puede realizar el desintercalado después de recibir la salida del módulo de Extracción de la Cabecera de Trama r401. En los procesos de desintercalado, comparado con la Fig. 99, los procesos de escritura y lectura de intercalado de bloques se invierten. Usando información de posición de piloto, el desintercalador de tiempo puede realizar el desintercalado virtual mediante la no escritura a o lectura desde una posición de piloto en la memoria de intercalado y mediante la escritura a o lectura desde una posición de celda de datos en la memoria del intercalador. La información desintercalada se puede sacar en el módulo de Extracción ModCod r307.

La Fig. 104 muestra otro ejemplo de intercalado de tiempo. Se puede realizar escritura en dirección diagonal y lectura fila por fila. Como en la Fig. 101, el intercalado se realiza teniendo en cuenta las posiciones de piloto. La lectura y la escritura no se realizan para las posiciones de piloto, pero se accede a la memoria de intercalado considerando sólo las posiciones celda de datos.

La Fig. 105 muestra un resultado del intercalado usando el método 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, la profundidad de intercalado completa se puede obtener tanto en el dominio de tiempo como en el de la frecuencia.

La Fig. 108 muestra un desintercalador de símbolos r308 de un receptor correspondiente. La salida del módulo de Extracción de la Cabecera de Trama r401 se puede desintercalar. Cuando se compara con la Fig. 99, el desintercalado ha conmutado el orden de lectura y escritura. El desintercalador de tiempo puede usar la información de la posición del piloto para realizar el desintercalado virtual de forma que ninguna lectura o escritura se realiza en posiciones de piloto sino para que la lectura o escritura se puedan realizar sólo en las posiciones de celdas de datos. Los datos desintercalados se pueden sacar en el módulo de Extracción ModCod r307.

La Fig. 106 muestra un ejemplo del método de direccionamiento de la Fig. 105. NT significa profundidad de intercalado de tiempo y ND significa anchura de segmento de datos. Se supone que un valor de fila, N es de 8, una anchura de segmento de datos es de 12 celdas de datos, y los pilotos no continuos están en segmentos de datos. La Fig. 106 representa un método de generación de direcciones para escribir datos en una memoria de intercalado de tiempo, cuando un transmisor realiza el intercalado de tiempo. El direccionamiento se inicia en una primera dirección con la Dirección de Fila (RA)=0 y la Dirección de Columna (CA)=0. En cada aparición de direccionamiento, RA y CA se aumentan. Para la RA, se puede realizar un módulo de operación con los símbolos OFDM usados en el

intercalador de tiempo. Para CA, se puede realizar una operación de módulo con un número de portadoras que corresponde a una anchura de segmento de datos. La RA puede ser incrementada en 1 cuando las portadoras que corresponden a un segmento de datos se escriben en una memoria. Se puede realizar la escritura en una memoria sólo cuando una ubicación de la dirección actual no es una ubicación de un piloto. Si la ubicación de la dirección actual es una ubicación de un piloto, sólo se puede aumentar el valor de la dirección.

En la Fig. 106, un número de la columna, K representa la anchura del segmento de datos, un número de la fila, N representa la profundidad del intercalado de tiempo y el valor, K puede ser unos valores aleatorios, es decir, K=1, 2, 3,… El proceso de intercalado puede incluir escribir las celdas de datos de una manera de trenzado de columna y la lectura en dirección de la columna, excluyendo las posiciones del piloto. En otras palabras, la memoria de intercalado virtual puede incluir posiciones de piloto pero las posiciones piloto se pueden excluir en el intercalado real.

La Fig. 109 muestra el desintercalado, un proceso inverso del intercalado de tiempo como se muestra en la Fig. 104. La escritura fila por fila y la lectura en dirección diagonal pueden restaurar las celdas en las secuencias originales.

El método de direccionamiento usado en un transmisor se puede usar en un receptor. El receptor puede escribir los datos recibidos en la memoria del desintercalador de tiempo fila por fila y puede leer los datos escritos usando los valores de dirección generados e información de ubicación del piloto que se pueden generar de una manera similar con aquella de un transmisor. Como una manera alternativa, los valores de dirección generados y la información piloto que se usó para escribir se pueden usar para leer fila por fila.

Estos métodos se pueden aplicar en un preámbulo que transmite L1. Debido a que cada símbolo OFDM que comprende el preámbulo puede tener pilotos en lugares idénticos, ya sea intercalado con referencia a los valores de dirección que tienen en cuenta las ubicaciones de pilotos o pueden ser realizados intercalando con referencia a los valores de dirección sin tener en cuenta las ubicaciones de pilotos. Para el caso de referirse a valores de dirección sin tener en cuenta las ubicaciones de piloto, el transmisor almacena datos en un momento en la memoria de intercalado cada vez. Para tal caso, un tamaño de memoria requerido para realizar los preámbulos de intercalado/desintercalado a un receptor o un transmisor llega a ser idéntico a un número de celdas de carga útil existentes en los símbolos OFDM usados para el intercalado de tiempo.

La Fig. 107 es otro ejemplo de intercalado de tiempo L1. En este ejemplo, el intercalado de tiempo puede colocar portadoras a todos los símbolos OFDM mientras que las portadoras estarían todas situadas en un solo símbolo OFDM si no se realizó el intercalado de tiempo. Por ejemplo, para los datos situados en un primer símbolo OFDM, la primera portadora del primer símbolo OFDM se situará en su ubicación original. La segunda portadora del primer símbolo OFDM se situará en un segundo índice de portadora del segundo símbolo OFDM. En otras palabras, la portadora de datos de orden i que se sitúa en el n-ésimo símbolo OFDM se situará en un i-ésimo índice de portadora de símbolo OFDM de orden N mod (i + n), donde i = 0, 1, 2 ..., número del portadora-1, n = 0, 1, 2,…, N-1, y N es un número de símbolos OFDM usado en la intercalación de tiempo de L1. En este método de intercalado de tiempo de L1, se puede decir que el intercalado de todos los símbolos OFDM se realiza de una manera trenzada como se muestra en la Fig. 107. Incluso aunque las posiciones del piloto no se ilustran en la Fig. 107, tal como se mencionó anteriormente, el intercalado se puede aplicar a todos los símbolos OFDM incluyendo los símbolos piloto. Es decir, se puede decir que el intercalado se puede realizar para todos los símbolos OFDM considerar las posiciones del piloto o independientemente de si los símbolos OFDM son símbolos piloto o no.

Si un tamaño de un bloque LDPC usado en L1 es más pequeño que un tamaño de un símbolo OFDM único, las portadoras restantes puede tener copias de partes del bloque de LDPC o se puede rellenar de ceros. En este punto, se puede realizar un mismo intercalado de tiempo como anteriormente. Del mismo modo, en la Fig. 107, un receptor puede realizar el desintercalado mediante el almacenamiento de todos los bloques usados en el intercalado de tiempo de L1 en una memoria y la lectura de los bloques en el orden en el que se han intercalado, es decir, en el orden de los números escritos en los bloques mostrados en la Fig. 107.

Cuando se usa un intercalador de bloques como se muestra en la Fig. 106, se usan dos memorias intermedias. Específicamente, mientras que una memoria intermedia está almacenando símbolos de entrada, previamente los símbolos de entrada se pueden leer en la otra memoria intermedia. Una vez que estos procesos se realizan para un bloque de intercalado de símbolos, el desintercalado se puede realizar conmutando el orden de lectura y de escritura, para evitar conflictos de acceso a la memoria. Este desintercalado de estilo "ping-pong" puede tener una lógica de generación de direcciones simple. Sin embargo, la complejidad de los componentes físicos se puede aumentar cuando se usan dos memorias intermedias de intercalado de símbolos.

La Fig. 110 muestra un ejemplo de un desintercalador de símbolos r308 o r308-1 como se muestra en la Fig. 64. Esta realización propuesta de la invención puede usar sólo una única memoria intermedia para realizar el desintercalado. Una vez que un valor de dirección se genera por la lógica de generación de direcciones, el valor de dirección se puede sacar desde la memoria intermedia y la operación de colocación se puede realizar mediante el almacenamiento de un símbolo que se introduce en la misma dirección. Mediante estos procesos, se puede evitar un conflicto de acceso a la memoria mientras se lee y se escribe. Además, el desintercalado de símbolos se puede

realizar usando sólo una única memoria intermedia. Se pueden definir parámetros para explicar esta regla de generación de direcciones. Como se muestra en la Fig. 106, un número de filas de una memoria de desintercalado se puede definir como la profundidad del intercalado de tiempo, D y un número de columnas de la memoria de desintercalado se puede definir como la anchura del segmento de datos, W. Entonces el generador de direcciones puede generar las siguientes direcciones.

la i-ésima muestra en el j-ésimo bloque, incluyendo el piloto

i = 0, 1, 2, ..., N-1;

*N = D*W;*

Ci,j = i mod W;

*Tw = ((Ci,j mod D)*j) mod D;*

Ri,j = ((i div W) + Tw) mod D;

*Li,j(1) = Ri,j*W + Cij;*

O

*Li,j(2) = Ci,j*D + Ri,j;*

Las direcciones incluyen posiciones piloto, de esta manera, los símbolos de entrada se supone que incluyen las posiciones piloto. Si los símbolos de entrada que incluyen sólo símbolos de datos necesitan ser procesados, se puede requerir una lógica de control adicional que salta las direcciones correspondientes. En este punto, i representa un índice de símbolos de entrada, j representa un índice de bloque de intercalado de entrada, y N = D * W representa una longitud de bloque de intercalado. La operación Mod representa la operación de módulo que saca el resto después de la división. La operación Div representa la operación de división que saca el cociente después de la división. Ri,j y Ci,j representan la dirección de la fila y la dirección de la columna de la entrada de símbolo i-ésimo del bloque de intercalado j-ésimo, respectivamente. Tw representa el valor de trenzado de la columna para las direcciones donde los símbolos se sitúan. En otras palabras, cada columna se puede considerar como una memoria intermedia donde se realiza el trenzado independiente, de acuerdo con los valores de Tw. Li,j representa una dirección cuando la única memoria intermedia se implementa en una memoria secuencial de una dimensión, no en dos dimensiones. Li,j puede tener valores de 0 a (N-1). Dos métodos diferentes son posibles. Li,j (1) se usa cuando la matriz de la memoria se conecta fila por fila y Li,j (2) se usa cuando la matriz de la memoria se conecta columna por columna.

La Fig. 111 muestra un ejemplo de direcciones de fila y columna para el desintercalado de tiempo cuando D es 8 y W es 12. J empieza desde j = 0 y para cada valor de j, una primera fila puede representar la dirección de la fila y una segunda fila puede representar la dirección de la columna. La Fig. 111 muestra sólo las direcciones de los primeros 24 símbolos. Cada índice de columna puede ser idéntico a la índice del símbolo de entrada i.

La Fig. 113 muestra un ejemplo de un transmisor OFDM que usa un segmento de datos. Como se muestra en la Fig. 113, el transmisor puede comprender un trayecto de PLP de datos, un trayecto de señalización de L1, un formador de tramas, y una parte de modulación OFDM. El trayecto de PLP de datos se indica mediante bloques con líneas horizontales y verticales. El trayecto de señalización de L1 se indica mediante bloques con líneas inclinadas. Los módulos del proceso de entrada 701-0, 701-N, 701-K, y 701-M pueden comprender bloques y secuencias del módulo de interfaz de entrada 202-1, el módulo de sincronización de flujo de entrada 203-1, el módulo de compensación de retardo 204-1, el módulo de eliminación de paquetes nulos 205-1, el codificador CRC 206-1, el módulo de inserción de cabecera en BB 207-1, y aleatorizador en BB 209 realizado para cada PLP como se muestra en la Fig. 35. Los módulos FEC 702-0, 702-N, 702-K, y 702-M pueden comprender bloques y secuencias del codificador exterior 301 y del codificador interior 303 como se muestra en la Fig. 37. Unos módulos FEC 702-L1 usados en el trayecto de L1 pueden comprender bloques y secuencias del codificador exterior 301-1 y un codificador interno acortado/perforado 303-1 como se muestra en la Fig. 37. El módulo de señal de L1 700-L1 puede generar información de L1 requerida para comprender una trama.

Los módulos de intercalado de bits 703-0, 703-N, 703-K, y 703-M pueden comprender bloques y secuencias del intercalador interior 304 y el demutiplexor de bits 305 como se muestra en la Fig. 37. El intercalador de bits 703-L1 usado en el trayecto de L1 puede comprender bloques y secuencias del intercalador interior 304-1 y el demultiplexor de bits 305-1 como se muestra en la Fig. 37. Los módulos de correlacionador de símbolos 704-0, 704-N, 704-K, y 704-M pueden realizar funciones idénticas a las funciones del correlacionador de símbolos 306 mostrado en la Fig. 37. El módulo correlacionador de símbolos 704-L1 usado en el trayecto de L1 puede realizar funciones idénticas a

las funciones del correlacionador de símbolos 306-1 mostrado en la Fig. 37. Los módulos de cabecera FEC 705-0, 705-N, 705-K, y 705-M pueden realizar funciones idénticas a las funciones del módulo de inserción de Cabeceras ModCod 307 mostrado en la Fig. 37. El módulo de cabecera FEC 705-L1 para el trayecto de L1 puede realizar funciones idénticas a las funciones del módulo de inserción de Cabecera ModCod 307-1 mostrado en la Fig. 37.

Los módulos de correlacionador de segmentos de datos 706-0 y 706-K pueden programar bloques FEC en segmentos de datos correspondientes y pueden transmitir los bloques FEC programados, donde los bloques FEC corresponden a los PLP que se asignan a cada segmento de datos. El bloque del correlacionador de preámbulos 707-L1 puede programar bloques FEC de señalización de L1 a preámbulos. Los bloques FEC de señalización de L1 se transmiten en preámbulos. Los módulos de intercalador de tiempo 708-0 y 708-K pueden realizar funciones idénticas a las funciones del intercalador de símbolos 308 mostrado en la Fig. 37 que pueden intercalar segmentos de datos. El intercalador de tiempo 708-L1 usado en el trayecto de L1 puede realizar funciones idénticas a las funciones del intercalador de símbolos 308-1 mostrado en la Fig. 37.

Alternativamente, el intercalador de tiempo 708-L1 usado en el trayecto de L1 puede realizar funciones idénticas al intercalador de símbolos 308-1 mostrado en la Fig. 37, pero sólo en los símbolos del preámbulo.

Los intercaladores de frecuencia 709-0 y 709-K pueden realizar intercalados de frecuencia en segmentos de datos. El intercalador de frecuencia 709-L1 usado en el trayecto de L1 puede realizar el intercalado de frecuencia de acuerdo con el ancho de banda del preámbulo.

El módulo de generación del piloto 710 puede generar pilotos que son adecuados para el piloto continuo (CP), el piloto disperso (SP), el borde de segmento de datos, y el preámbulo. Una trama puede ser construida (711) a partir de la programación del segmento de datos, el preámbulo, y el piloto. Los bloques del módulo de IFFT 712 y el módulo de inserción de GI 713 pueden realizar funciones idénticas a las funciones de los bloques del módulo IFFT 501 y el módulo de inserción de GI 503 mostrado en la Fig. 51, respectivamente. Por último, el módulo DAC 714 puede convertir señales digitales en señales analógicas y las señales convertidas se pueden transmitir.

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 sintonizador/AGC r603 y las funciones del módulo de conversión descendente r602 mostrado en la Fig. 61. El ADC r701 puede convertir las señales analógicas recibidas en señales digitales. El módulo de sincronización de tiempo/frecuencia r702 puede realizar funciones idénticas a las funciones del módulo de sincronización de tiempo/frecuencia r505 mostrado en la Fig. 62. El módulo de detección de tramas r703 puede realizar funciones idénticas a las funciones del módulo de detección de tramas r506 mostrado en la Fig. 62.

En este punto, después de que se realiza una sincronización de tiempo/frecuencia, la sincronización se puede mejorar mediante el uso de preámbulo en cada trama que se envía desde el módulo de detección de tramas r703 durante el proceso de seguimiento.

El módulo de eliminación de GI r704 y el módulo FFT R705 pueden realizar funciones idénticas a las funciones del módulo de eliminación de GI r503 y el módulo de FFT r502 mostrado en la Fig. 62, respectivamente.

El módulo de estimación del canal r706 y módulo de ecualización del canal r707 pueden realizar una parte de la estimación de canal y una parte de la ecualización del canal del módulo Est/Ec del canal r501 como se muestra en la Fig. 62. El analizador sintáctico de tramas r708 puede sacar un segmento de datos y el preámbulo donde se transmiten los servicios seleccionados por un usuario. Los bloques indicados por líneas inclinadas procesan un preámbulo. Los bloques indicados por líneas horizontales pueden incluir PLP común y procesar segmentos de datos. El desintercalador de frecuencia r709-L1 usado en el trayecto de L1 puede realizar el desintercalado de frecuencia dentro del ancho de banda del preámbulo. El desintercalador de frecuencia r709 usado en el trayecto del segmento de datos puede realizar el desintercalado de frecuencia dentro del segmento de datos. El decodificador de cabeceras FEC r712-L1, el desintercalador de tiempo r710-L1, y descorrelacionador de símbolos r713-L1 usados en el trayecto de L1 pueden realizar funciones idénticas a las funciones del módulo de extracción ModCod r307-1, el desintercalador de símbolos r308-1, y el descorrelacionador de símbolos r306-1 mostrados en la Fig. 64.

El desintercalador de bits r714-L1 puede comprender bloques y secuencias de demultiplexor de bits r305-1 y el desintercalador interior r304-1 como se muestra en la Fig. 64. El decodificador FEC r715-L1 puede comprender bloques y secuencias del codificador interno acortado/perforado r303-1 y un decodificador externo r301-1 mostrados en la Fig. 64. En este punto, la salida del trayecto de L1 puede ser la información de señalización de L1 y se puede enviar a un controlador del sistema para restaurar los datos de PLP que se transmiten en segmentos de datos.

El desintercalador de tiempo r710 usado en el trayecto del segmento de datos puede realizar funciones idénticas a las funciones del desintercalador de símbolos r308 mostrado en la Fig. 64. El analizador sintáctico de segmentos de datos r711 puede sacar PLP seleccionados por el usuario desde los segmentos de datos y, si es necesario, PLP comunes asociados con el PLP seleccionado por el usuario. Los descodificadores de cabeceras FEC r712-C y r712-K, pueden realizar funciones idénticas a las funciones del módulo de extracción ModCod r307 mostrado en la Fig.

64. Los descorrelacionadores de símbolos r713-C y r713- K pueden realizar funciones idénticas a las funciones del descorrelacionador de símbolos r306 mostrado en la Fig. 64.

El desintercalador de bits r714-C y r714-K puede comprender bloques y secuencias del demultiplexor de bits r305 y el desintercalador interior r304 como se muestra en la Fig. 64. Los decodificadores FEC r715-C y r715-K pueden comprender bloques y secuencias del decodificador interno r303 y del decodificador externo r301 como se muestra en la Fig. 64. Por último, los módulos de proceso de salida r716-C y r716-K pueden comprender bloques y secuencias del desaleatorizador en BB r209, el módulo de eliminación de cabeceras en BB r207-1, el decodificador CRC r206-1, el módulo de la inserción de paquetes nulos r205-1, el recuperador de retardos r204-1, el recuperador del reloj de salida r203-1, y una interfaz de salida r202-1 que se realizan para cada PLP en la Fig. 35. Si se usa un PLP común, el PLP común y el PLP de datos asociado con el PLP común se pueden transmitir a un recombinador de TS y se pueden transformar en un PLP seleccionado por el usuario.

Se debería señalar a partir de la Fig. 114, que en un receptor, los bloques en el trayecto de L1 no están simétricamente secuenciados a un transmisor como opuesto al trayecto de datos donde los bloques son colocados simétricamente o en secuencia inversa de un transmisor. En otras palabras, para el trayecto de datos, se colocan el desintercalador de frecuencia r709, el desintercalador de tiempo r710, el analizador sintáctico de segmentos de datos r711, y el descodificador de cabeceras FEC r712-C y r712-K. Sin embargo, para el trayecto de L1, se colocan el desintercalador de frecuencia r709-L1, el decodificador de cabeceras FEC r712-L1, y el desintercalador de tiempo r710-L1.

La Fig. 112 muestra un ejemplo de intercalado de bloques general en un dominio de símbolos de datos donde los pilotos no se usan. Tal como se ve a partir de la Fig. 112a, la memoria de intercalado se puede llenar sin pilotos negros. Para formar una memoria rectangular, se pueden usar celdas de relleno si es necesario. En la Fig. 112a, las celdas de relleno se indican como celdas con líneas inclinadas. En el ejemplo, debido a que un piloto continuo puede solaparse con un tipo de patrón piloto disperso, se requieren un total de tres celdas de relleno durante cuatro de la duración de símbolos OFDM. Finalmente, en la Fig. 112b se muestran los contenidos de la memoria intercalada.

Como en la Fig. 112a, se puede realizar ya sea escribiendo fila por fila y realizando trenzado de la columna; o escribiendo de una manera trenzada desde el principio. La salida del intercalador puede comprender leer fila por fila desde la memoria. Los datos de salida que se han leído se pueden colocar como se muestra en la Fig. 112c cuando se considera transmisión OFDM. En este momento, por simplicidad, el intercalado de frecuencia se puede ignorar. Como se ve en la Fig. 112, la diversidad de frecuencia no es tan alta como la de la Fig. 106, pero se mantiene en un nivel similar. Por encima de todo, puede ser ventajoso que se pueda optimizar la memoria requerida para realizar el intercalado y el desintercalado. En el ejemplo, el tamaño de la memoria se puede reducir de W * D a (W-1) * D. A medida que la anchura del segmento de datos llega a ser más grande, el tamaño de la memoria se puede reducir más.

Para las entradas del desintercalador de tiempo, un receptor debería restaurar los contenidos de la memoria intermedia en una forma del medio de la figura de la Fig. 112 mientras que se consideran las celdas de relleno. Básicamente, los símbolos OFDM se pueden leer símbolo por símbolo y se pueden guardar fila por fila. El destrenzado correspondiente al trenzado de columna entonces se puede realizar. La salida del desintercalador se puede sacar en forma de lectura fila por fila a partir de la memoria de la Fig. 112a. De esta forma, cuando se compara con el método mostrado en la Fig. 106, la sobrecarga del piloto se puede minimizar, y consecuentemente la memoria de intercalado/desintercalado se puede minimizar.

La Fig. 115 muestra el intercalado de tiempo (Fig. 115a) y el desintercalado de tiempo (Fig. 115b).

La Fig. 115a muestra un ejemplo de un intercalador de tiempo 708-L1 para el trayecto de L1 de la Fig. 113. Como se muestra en la Fig. 115a, el intercalado de tiempo en el preámbulo donde la L1 se transmite, puede incluir celdas de datos de L1 de intercalado, excluyendo los pilotos que normalmente se transmiten en el preámbulo. El método de intercalado puede incluir la escritura de los datos de entrada en una dirección diagonal (líneas continuas) y la lectura de los datos fila por fila (líneas discontinuas), usando métodos idénticos a los que se muestran en referencia a la Fig. 106.

La Fig. 115b muestra un ejemplo de un desintercalador de tiempo r712-L1 en el trayecto de L1 como se muestra en la Fig. 114. Como se muestra en la Fig. 115b, para un preámbulo donde se transmite la L1, la celda de datos de L1 de desintercalado se puede realizar, excluyendo los pilotos que se transmiten regularmente en el preámbulo. El método de desintercalado puede ser idéntico al método como se muestra en la Fig. 109, donde los datos de entrada se escriben fila por fila (línea continua) y se leen en diagonal (líneas discontinuas). Los datos de entrada no incluyen ningún piloto, consecuentemente, los datos de salida tienen celdas de datos de L1 que no incluyen ningún piloto. Cuando un receptor usa una memoria intermedia única en un desintercalador de tiempo para el preámbulo, se puede usar la estructura del generador de direcciones que tiene una memoria de desintercalador como se muestra en la Fig. 110.

El desintercalador (r712-L1) se puede realizar usando las operaciones de dirección como sigue:

la i-ésima muestra en el j-ésimo bloque, incluyendo el piloto

$i = 0,1,2,..., N-1;$

$N = D * W;$

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

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

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

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

o

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

En las operaciones anteriores, una longitud de una fila, W es la longitud de una fila de una memoria de intercalado como se muestra en la Fig. 115. La longitud de la columna, D es una profundidad de intercalado de tiempo del preámbulo, que es un número de símbolos OFDM que se requieren para la transmisión de los preámbulos.

La Fig. 116 muestra un ejemplo de la formación de símbolos OFDM mediante pilotos de programación y los preámbulos de entrada desde el formador de tramas 711 como se muestra en la Fig. 113. Las celdas en blanco forman una cabecera de L1 que es una señal de salida del módulo de cabecera FEC 705-L1 en el trayecto de L1, como se muestra en la Fig. 113. Las celdas grises representan los pilotos continuos para el preámbulo que se generan por el módulo de generación de pilotos 710 como se muestra en la Fig. 113. Las celdas con patrones representan las celdas de señalización de L1 que son una señal de salida del correlacionador de preámbulos 707-L1 como se muestra en la Fig. 113. La Fig. 116a representa los símbolos OFDM cuando el intercalado de tiempo está apagado y la Fig. 116b representa los símbolos OFDM cuando el intercalado de tiempo está encendido. La cabecera de L1 se puede excluir del intercalado de tiempo porque la cabecera de L1 transmite una longitud de campo de señalización de L1 y una información de bandera de intercalado de tiempo encendido/apagado. Ello es porque la cabecera de L1 se añade antes del intercalado de tiempo. Como se mencionó anteriormente, el intercalado de tiempo se realiza excluyendo las celdas piloto. El resto de las celdas de datos de L1 se puede intercalar como se muestra en la Fig. 115, entonces se pueden asignar a subportadoras OFDM.

La Fig. 117 muestra un ejemplo de unos Intercaladores de Tiempo 708-0 ~ 708-K que pueden intercalar símbolos de datos que se envían a partir de los Correlacionadores de Segmentos de Datos 706-0 ~ 706-K en el trayecto de datos de un transmisor OFDM usando el segmento de datos mostrado en la Fig. 113. El intercalado de tiempo se puede realizar para cada segmento de datos. Los símbolos intercalados de tiempo se pueden sacar en los Intercaladores de Frecuencia 709-0 - 709-K.

La Fig. 117 también muestra un ejemplo de un intercalador de tiempo simple que usa una única memoria intermedia. La Fig. 117a muestra una estructura de símbolos OFDM antes del intercalado de 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 del intercalado de tiempo. El método de intercalado de tiempo se puede dividir en Tipo 1 y Tipo 2. Cada tipo se puede realizar alternativamente para símbolos pares y símbolos impares. Un receptor puede realizar el desintercalado en consecuencia. Una de las razones de usar de forma alternativa el tipo 1 y el tipo 2 es reducir la memoria requerida en un receptor mediante el uso de una única memoria intermedia durante el desintercalado de tiempo.

La Fig. 117b muestra un intercalado de tiempo que usa intercalado de tipo 1. Los símbolos de entrada se pueden escribir en dirección en diagonal hacia abajo y se pueden leer en una dirección de fila. La Fig. 117c muestra un intercalado de tiempo que usa el intercalado de tipo 2. Los símbolos de entrada se pueden escribir en dirección diagonal hacia arriba y se pueden leer en una dirección de fila. La diferencia entre el tipo 1 y tipo 2 es si una dirección de escritura del símbolo de entrada es hacia arriba o hacia abajo. Los dos métodos son diferentes en una manera de escribir los símbolos, sin embargo, los dos métodos son idénticos en términos de exhibir profundidad de intercalado de tiempo completa y diversidad de frecuencias completa. Sin embargo, el uso de estos métodos puede causar un problema durante una sincronización en un receptor debido al uso de dos esquemas de intercalado.

Puede haber dos posibles soluciones. La primera solución puede ser la señalización de 1 bit de un tipo de intercalación de un primer bloque de intercalado que viene primero después de cada preámbulo, a través de señalización L1 del preámbulo. Este procedimiento es realizar un intercalado correcto a través de la señalización. La segunda solución puede ser la formación de una trama que tenga una longitud de un número par de bloques de

intercalado. Usando este método, un primer bloque intercalado de cada trama puede tener un tipo idéntico, de esta manera, el problema de sincronización de bloques de intercalado se puede resolver. Por ejemplo, el problema de sincronización se puede resolver mediante la aplicación de un tipo 1 de intercalado a un primer bloque de intercalado y la aplicación de forma secuencial a los siguientes bloques de intercalado dentro de cada trama, luego finalizando un último bloque de cada trama con intercalado de tipo 2. Este método requiere a una trama estar compuesta de dos bloques de intercalado pero puede ser ventajoso porque no se requiera señalización adicional como en el primer procedimiento.

La Fig. 122 muestra una estructura de un desintercalador de tiempo r710 de un receptor mostrado en la Fig. 114. El desintercalado de tiempo se puede realizar en las salidas del desintercalador de frecuencia r709. El desintercalador de tiempo de la Fig. 122 representa un esquema de desintercalado que es un proceso inverso al intercalado de tiempo mostrado en la Fig. 117. El desintercalado, en comparación con la Fig. 117, tendrá una manera opuesta en la lectura y la escritura. En otras palabras, el desintercalador de tipo 1 puede escribir los símbolos de entrada en una dirección de fila y puede leer los símbolos escritos en dirección diagonal hacia abajo. El desintercalador de tipo 2 puede escribir los símbolos de entrada en la dirección diagonal hacia abajo y puede leer los símbolos escritos en una dirección de fila. Estos métodos pueden permitir la escritura de los símbolos recibidos cuando los símbolos son leídos previamente haciendo una dirección de escritura de símbolos del desintercalador de tipo 2 idéntica a la dirección de lectura de símbolos del desintercalador de tipo 1. De esta manera, un receptor puede realizar el desintercalado usando una única memoria intermedia. Además, se puede realizar una implementación simple debido a los métodos de desintercalado de tipo 1 y tipo 2 se realizan o bien mediante escritura y lectura de símbolos en una dirección diagonal o bien en una dirección de fila.

Sin embargo, el uso de estos métodos puede causar un problema en la sincronización en un receptor debido a que se usan dos esquemas de intercalado. Por ejemplo, el desintercalado de símbolos intercalados de tipo 1 en una manera de tipo 2 puede causar un deterioro en el rendimiento. Puede haber dos posibles soluciones. La primera solución puede ser determinar un tipo de un bloque de intercalado que viene después de un preámbulo, usando 1 bit de un tipo de intercalado de una parte de señalización de L1 transmitida. La segunda solución se puede realizar desintercalando usando un tipo de acuerdo con un primer bloque de intercalado dentro de una trama, si un número de bloques de intercalado dentro de una trama es un número par. El símbolo desintercalado se puede sacar en un Analizador Sintáctico de Segmento de Datos r711.

La Fig. 118 muestra una lógica de generación de direcciones que es idéntica con una lógica de generación de direcciones de una única memoria intermedia, cuando un intercalador de bloques usa dos memorias intermedias como en la Fig. 106. La lógica de generación de direcciones puede realizar funciones idénticas a las funciones mostradas en la Fig. 106. Mediante la definición de una profundidad de intercalado de tiempo D como un número de filas de una memoria de desintercalado y definiendo una anchura de segmento de datos W como un número de columna, las direcciones mostradas en la Fig. 118 se pueden generar mediante un generador de direcciones. Las direcciones pueden incluir posiciones piloto. Para intercalar en el tiempo los símbolos de entrada que incluyen sólo símbolos de datos, se puede requerir una lógica de control que pueda saltarse las direcciones. Las direcciones usadas en los preámbulos de intercalado pueden no requerir posiciones piloto y el intercalado se puede realizar usando bloques de L1. La i representa un índice de un símbolo de entrada, N = D * W representa una longitud de bloque intercalado. Ri y Ci representan una dirección de fila y una dirección de columna de un símbolo de entrada i-ésima, respectivamente. Tw representa un valor de trenzado de columna o parámetro de trenzado desde una dirección donde se sitúa un símbolo. Li representa las direcciones cuando se implementa una memoria de una dimensión que tiene una única memoria intermedia. Los valores de Li pueden ser desde 0 a (N-1). En esta memoria de una dimensional, al menos dos métodos son posibles. Li (1) está acoplando una matriz de memoria fila por fila y Li (2) está acoplando una matriz de memoria columna por columna. Un receptor puede usar la lógica de generación de direcciones en símbolos de lectura durante un desintercalado.

La Fig. 119 muestra otro ejemplo de un preámbulo. Para un caso cuando se usa un símbolo OFDM que tiene un tamaño de 4K-FFT en un ancho de banda de 7.61MHz y una sexta portadora dentro de un símbolo OFDM y las portadoras en ambos extremos se usan como pilotos, un número de portadoras que se pueden usar en la señalización de L1 se pueden suponer que son 2840. Cuando los múltiples canales están unidos, pueden existir anchos de banda de múltiples preámbulos. El número de portadoras puede cambiar dependiendo del tipo de pilotos a ser usado, 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 se va a asignar a un símbolo OFDM único y el bloque FEC de L1 (L1_FEC1) es más pequeño que un solo símbolo OFDM (5w-a-1), L1_XFEC_ FRAME que incluye L1_header se puede repetir para completar una parte restante del único símbolo OFDM (5w-a-2). Esto es similar a la estructura de preámbulo de la Fig. 93. Para un receptor recibir un segmento de datos que se sitúa en un cierto ancho de banda de los canales unidos, una ventana de sintonizador del receptor se puede ubicar en un cierto ancho de banda.

Si una ventana de sintonizador de un receptor se sitúa en 5w-a-3 de la Fig. 119, un resultado incorrecto puede producirse durante la fusión de L1_XFEC_FRAMEs repetida. El caso 1 de la Fig. 119 puede ser tal ejemplo. Un receptor encuentra L1_Header (H) para localizar la posición de inicio de L1_Header (H) dentro de una ventana del sintonizador, pero la L1_Header encontrada puede ser una cabecera de un L1_XFEC_FRAME incompleto (5w-a-4). La información de señalización de L1 no se puede obtener correctamente si una longitud de L1_XFEC_FRAME se

obtiene en base a que L1_Header y el resto de la parte (5w-a-5) se añade a una posición inicial de esa L1_Header. Para evitar tal caso, un receptor puede necesitar operaciones adicionales para encontrar una cabecera de una L1_XFEC_FRAME completa. La Fig. 120 muestra tales operaciones. En el ejemplo, para encontrar una cabecera de una L1_XFEC_FRAME completo, 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 la fusión de L1_XFEC_FRAME. En primer lugar, un receptor puede encontrar L1_Header a partir de un símbolo OFDM del preámbulo (5w-b-1). Entonces usando una longitud de una L1_XFEC_FRAME dentro de la L1_Header encontrada, el receptor puede comprobar si cada una de las L1_XFEC_FRAME dentro de un símbolo OFDM actual es un bloque completo (5w-b-2). Si no es así, el receptor puede encontrar otra L1_Header a partir del preámbulo actual (5w-b-3). A partir de una distancia calculada entre una L1_Header recién encontrada y una L1_Header anterior, se puede determinar (5w-b-4) si una cierta L1_XFEC_FRAME es un bloque completo. Entonces, una L1_Header de una L1_XFEC_FRAME completa se puede usar como punto inicial para la fusión. Usando el punto inicial, L1_XFEC_FRAME se puede combinar (5w-b-5). Usando estos procesos, el caso 2 o la fusión correcta mostrada en la Fig. 119 se puede esperar en un receptor. Estos procesos se pueden realizar en el Decodificador de Cabeceras FEC r712-L1 en el trayecto de señal de L1 de la Fig. 114.

La Fig. 121 es un ejemplo de una estructura de preámbulo que puede eliminar las operaciones adicionales anteriormente mencionadas en un receptor. A diferencia de la estructura del preámbulo previa, cuando una parte restante de un símbolo OFDM está llena, sólo L1_FEC1 de una L1_XFEC_FRAME, excluyendo la L1_Header (H) se puede llenar repetidamente (5w-c-2). En este sentido, cuando un receptor encuentra una posición inicial de una L1_Header (H) para fusionar la L1_XFEC_FRAME, la L1_Header de sólo una L1_XFEC_FRAME completa se puede encontrar (5w-c-4), de esta manera, sin operaciones adicionales, la L1_XFEC_FRAME se puede fusionar usando la L1_Header encontrada. Por lo tanto, los procesos tales como 5w-b-2, 5W-b-3 y 5W-b-4 mostrados en la Fig. 120 se pueden eliminar en un receptor. Estos procesos y los procesos de contraparte de los procesos se pueden realizar en el Decodificador de Cabeceras FEC r712-L1 en el trayecto de la señal de L1 de un receptor de la Fig. 114 y en la cabecera FEC 705-L1 en el trayecto de la señal de L1 de un transmisor de la Fig. 113.

El desintercalador de tiempo r712-L1 en el trayecto de L1 de un receptor de la Fig. 114 puede desintercalar las celdas del bloque de L1 o las celdas con patrones, excluyendo otras celdas tales como la cabecera del preámbulo y las celdas piloto. Las celdas del bloque de L1 están representadas por las celdas con patrones 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 la función idéntica a la del transmisor de la Fig. 113, excepto los bloques añadidos y modificados. El correlacionador de preámbulo 1007-L1 puede correlacionar bloques de L1 y cabeceras de bloques de L1 que son salidas de la cabecera FEC 705-L1 en símbolos de preámbulo usados en una trama de transmisión. En concreto, la cabecera del bloque de L1 se puede repetir para cada preámbulo y el bloque de L1 se puede dividir tantos como una serie de preámbulos usados. El intercalador de tiempo 1008-L1 puede intercalar bloques de L1 que se dividen en los preámbulos. En este punto, la cabecera del bloque de L1 puede estar incluida en el intercalado o no incluida en el intercalado. Si la cabecera del bloque de L1 está incluida o no puede no cambiar una estructura de señales de una cabecera del bloque de L1 pero puede cambiar un orden de intercalado y la transmisión de bloques de L1. El módulo de repetición L1_XFEC 1015-L1 puede repetir los bloques L1_XFEC intercalados en el tiempo dentro de un ancho de banda del preámbulo. En este punto, la cabecera del bloque de L1 se puede repetir o bien dentro de un preámbulo o bien no repetirse 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 la función idéntica a la del receptor de la Fig. 114, excepto los bloques añadidos y modificados. El descodificador de cabecera FEC r1012-L1 puede sincronizar las cabeceras de L1 dentro de un preámbulo. Si se repiten las cabeceras de L1, las cabeceras de L1 se pueden combinar para obtener una ganancia de SNR. Entonces, descodificador de cabecera FEC r712-L1 de la Fig. 114 puede realizar una descodificación FEC. El proceso de sincronización puede dar una ubicación de una cabecera mediante la correlación de palabras de sincronización de una cabecera y preámbulos. Para desplazamientos de frecuencia de múltiplo de un entero, una gama de correlación se puede determinar a partir del direccionamiento circular.

El combinador L1_XFEC r1017-L1 puede combinar bloques L1_XFEC para obtener una ganancia SRN, cuando los bloques de L1 divididos se reciben dentro de un preámbulo. El desintercalador de tiempo r1010-L1 puede medir desintercalar en el tiempo los bloques de L1 de tiempo dentro de un preámbulo. Dependiendo de si las cabeceras del bloque de L1 están intercaladas en el tiempo en un transmisor o no, las cabeceras del bloque L1 pueden ser desintercaladas en un receptor en consecuencia. Un orden de desintercalado de los bloques de L1 se puede cambiar dependiendo de si las cabeceras de los bloques de L1 están intercaladas en el tiempo en un transmisor o no. Por ejemplo, cuando el intercalado de tiempo está ENCENDIDO como en la Fig. 116, una ubicación de la celda número 33 que es una primera celda del bloque de L1 dentro de un primer preámbulo, puede cambiar. En otras palabras, cuando las cabeceras del bloque de L1 no se incluyen en un intercalado, la señal intercalada que tiene las ubicaciones de las celdas como se muestra en la Fig. 116 se recibirá. Si las cabeceras del bloque de L1 se incluyen en un intercalado, la ubicación de la celda número 33 tiene que ser cambiada para desintercalar las celdas que se intercalan en diagonal, usando una primera celda de una primera cabecera de bloque de L1 dentro de un primer

preámbulo como referencia. El fusionador L1_FEC r1018-L1 puede fusionar bloques L1 que se dividen en muchos preámbulos en un bloque único de L1 para descodificación FEC.

Con 1 bit adicional, el campo PLP_type de los campos de señalización de L1 que se transmiten en un preámbulo pueden tener los siguientes valores.

PLP_type = 00 (PLP común)

PLP_type = 01 (PLP de datos normal)

PLP_type = 10 (PLP de datos demultiplexado)

PLP_type = 11 (reservado)

Un PLP de datos normales representa un PLP de datos cuando un único servicio se transmite en un segmento de datos único. Un PLP de datos demultiplexado representa un PLP de datos cuando un único servicio es demultiplexado en múltiples segmentos de datos. Cuando un usuario cambia de servicio, si la señalización de L1 y la señalización de L2 se almacenan en un receptor, se puede eliminar la espera de una información de señalización de L1 dentro de una trama siguiente. Por lo tanto, un receptor puede cambiar los servicios de manera eficiente y un usuario puede tener un beneficio de menos retardo durante un cambio de servicio. La Fig. 128 muestra las estructuras de señal del bloque de L1 que se transmite en un preámbulo, para el flujo de intercalado de tiempo y el flujo de desintercalado de tiempo. Como se ve en la Fig. 128, el intercalado y el desintercalado no se pueden realizar en un ancho de banda entero del preámbulo, sino en un bloque de L1 dividido.

La Fig. 129 es un ejemplo de un campo de intercalado de tiempo de L1 de los campos de señalización de L1, procesados por el módulo de cabecera FEC 705-L1 en el trayecto de L1 mostrado en la Fig. 123. Tal como se muestra en la Fig. 129, un bit o dos bits se pueden usar para el parámetro de intercalado de tiempo. Si se usa un bit, el intercalado no se realiza cuando el valor del bit es 0 y el intercalado que tiene una profundidad de símbolos OFDM usada en los símbolos del preámbulo se puede realizar cuando el valor del bit es 1. Si se usan dos bits, el intercalado con profundidad de intercalación de 0 o no intercalado se realiza cuando el valor de bit es 00 y el intercalado con la profundidad de los símbolos OFDM usada en los símbolos del preámbulo se puede realizar cuando el valor de bit es 01. El intercalado que tiene profundidad de cuatro símbolos OFDM se puede realizar cuando el valor de bit es 10. El intercalado que tiene profundidad de ocho símbolos OFDM se puede realizar cuando el valor de bit es 11.

Un receptor, específicamente, el decodificador de cabecera FEC r1012-L1 en el trayecto L1 mostrado en la Fig. 124 puede extraer los parámetros del Intercalado de Tiempo (TI) mostrados en la Fig. 129. Usando los parámetros, el desintercalador de Tiempo r1010-L1 puede realizar el desintercalado de acuerdo con la profundidad de intercalado. Los parámetros que se transmiten en la cabecera de L1 son el tamaño de la información deL1 (15bits), el parámetro de intercalado de tiempo (máximo 2 bits), y CRC (máximo 2 bits). Si un código Reed-Muller RM (16, 32) se usa para el campo de señalización de cabecera de L1 de codificación, debido a que los bits que pueden ser transmitidos son de 16 bits, no existe un número suficiente de bits. La Fig. 130 muestra un ejemplo de campo de señalización de L1 que se puede usar para tal caso y un método de relleno.

La Fig. 130 muestra procesos realizados en el módulo de cabecera FEC 705-L1 en el trayecto de L1 de la Fig. 123. En la Fig. 130a, L1 ( ) en la columna de los campos de señalización representa el tamaño de L1 y TI ( ) representa el tamaño de los parámetros de intercalado de tiempo. Para el primer caso o cuando el tamaño de L1 (15 bits) y TI (1 bit) se transmiten, el relleno adicional puede no ser necesario y se puede obtener un rendimiento de decodificación considerable de la cabecera de L1, sin embargo, debido a que la información de si realizar una intercalado de tiempo o no se transmite, por un bloque de L1 corto, el efecto del intercalado no se puede obtener.

Para el segundo caso, o cuando el tamaño de L1 se reduce a 1/8 del tamaño original, la transmisión de información con números de bits tal como L1 (12 bits), TI (2 bits) y CRC (2 bits) llega a ser posible. Por lo tanto, para el segundo caso, se pueden esperar el mejor rendimiento de decodificación de L1 y el efecto de intercalado de tiempo. Sin embargo, el segundo caso, requiere el proceso de relleno adicional para hacer el tamaño de L1 un múltiplo de ocho si el tamaño L1 no es un múltiplo de ocho. La Fig. 130b representa el método de relleno que se pueden realizar en la señal de L1 (700-L1) de la Fig. 123. Se muestra que el relleno se sitúa después del bloque de L1 y cubre con la codificación CRC. En consecuencia, en un receptor, el módulo BCH/LDPC de decodificación FEC r715-L1 en el trayecto de L1 de la Fig. 124 puede realizar la decodificación FEC, entonces si no hay error cuando el campo CRC se comprueba, el análisis sintáctico de bits de acuerdo con el campo de señalización L1 se puede realizar, entonces es necesario un proceso que defina el resto de bits como relleno o CRC32 y que excluya el resto de bits de los parámetros.

Para el tercer caso, o cuando el tamaño de L1 se expresa como un número de celdas correlacionadas QAM, no un número de bits, el número de bits se puede reducir. Para el cuarto caso, el tamaño de L1 se expresa no como un tamaño de un bloque de L1 entero, sino como un tamaño de L1 para cada símbolo OFDM. De esta manera, para que un receptor obtenga un tamaño de un bloque de L1 entero, se necesita que sea realizada la multiplicación del

tamaño del bloque de L1 en un solo símbolo OFDM por una serie de símbolos OFDM usados en el preámbulo. En este caso, el tamaño de L1 real necesita excluir el relleno.

Para el quinto caso, expresando el bloque L1 no como un número de bits, sino como un número de celdas correlacionadas QAM, es posible más reducción de bits. Para los casos tercero a quinto, se muestran los parámetros TI, CRC, y un número de bits de relleno necesarios. Para un caso en que se expresa el tamaño de bloque de L1 como un número de celdas, para que un receptor obtenga el tamaño de L1 en bits, el receptor necesita multiplicar un número de bits donde sólo se transmiten las celdas por un tamaño de L1 recibido. Además, un número de bits de relleno necesita ser excluido.

El último caso muestra un aumento en el número total de bits a 32 bits mediante el uso de dos bloques de código RM en la cabecera. Un total de campos CRC llegan a ser cuatro bits debido a que cada bloque de código RM necesita dos bits del campo CRC. Un receptor o decodificador de cabecera FEC r1012-L1 en el trayecto de L1 de la Fig. 124, necesita obtener los parámetros necesarios realizando la decodificación FEC en un total de dos bloques FEC. Usando los parámetros obtenidos, un receptor, específicamente el desintercalador de tiempo r1010-L1 L1 en el trayecto de L1 de la Fig. 124, puede determinar si realizar el desintercalado o no y puede obtener una profundidad de desintercalado, si el desintercalado está determinado que sea realizado. Además, el módulo BCH/LDPC de descodificación FEC r715-L1 puede obtener la longitud del bloque LDPC requerida para realizar la decodificación FEC y los parámetros de acortado/perforación. Los campos innecesarios de relleno requeridos para enviar la señal de L1 a un controlador del sistema se pueden quitar.

La Fig. 125 muestra un ejemplo de un Intercalado de Tiempo (TI) del segmento de datos. El proceso de TI asume que todas las posiciones de piloto son conocidas. El TI puede sacar solamente las celdas de datos, excluyendo los pilotos. Conocer las posiciones piloto permite un número correcto de celdas de salida para cada símbolo OFDM. También, la TI se puede implementar por una única memoria intermedia en un receptor.

La Fig. 126 muestra un ejemplo de una implementación eficiente de Desintercalador de Tiempo en un receptor. La Fig. 126a muestra cuatro diferentes esquemas de desintercalado de acuerdo con una realización de la presente invención. La Fig. 126b muestra una única memoria intermedia que realiza el desintercalado. La Fig. 126c muestra un esquema ejemplar para dirigir los bloques de L1 en una matriz de 2D o una secuencia 1D.

Como se muestra en las Fig. 126a-c, usando un solo algoritmo de memoria intermedia puede ser más eficiente la implementación del desintercalador de tiempo. El algoritmo se puede caracterizar por la lectura de las celdas de salida desde la primera memoria, y luego escribiendo las 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 métodos de escritura y lectura aplican secuencialmente a las tramas C2 que se reciben en un receptor. La primera trama en un receptor está escrita en la memoria de desintercalado en la Fig. 126b en el camino para el bloque 0 en la Fig. 126a y leer en el camino para que el bloque 1º. La segunda trama recibida está escrita en la memoria del desintercalador en la Fig. 126c en el camino para el bloque 1º y se lee para el bloque 2º. La tercera trama recibida se escribe en la memoria del desintercalador en la Fig. 126b en el camino para el bloque 2º y se lee en el camino para el bloque 3º. La cuarta trama recibida se escribe en la memoria del desintercalador en la Fig. 126b en el camino para el bloque 3º y se lee en el camino para el bloque 0, y así sucesivamente. Es decir, los métodos de escritura y lectura de la Fig. 126a se pueden aplicar secuencialmente y cíclicamente a las tramas C2 que se reciben de forma secuencial.

El proceso de intercalación de tiempo (TI) se puede realizar en los preámbulos como se muestra en la Fig. 127. Las posiciones piloto son periódicas y se quitan fácilmente y no es necesario el intercalado para la cabecera de bloque de L1.Esto es porque la cabecera del preámbulo lleva parámetros TI y tanto el intercalado como el no intercalado tienen los mismos resultados debido a la repetición. De esta manera, sólo se intercalan celdas de señalización de L1. La memoria intermedia única usada en el segmento de datos TI puede ser aplicada.

La Fig. 128 muestra el Flujo de Intercalado/Desintercalado de Tiempo del preámbulo. El intercalado se puede realizar dentro de un bloque de L1, en lugar del preámbulo entero. En un transmisor, como se muestra en la Fig. 128a, el bloque de L1 se puede codificar ① entonces se puede realizar un intercalado dentro del bloque L1 ②, y el bloque L1 intercalado se puede repetir dentro de un preámbulo. En un receptor, como se muestra en la Fig. 128b, desde un preámbulo recibido ①, el bloque de L1 se puede combinar o sincronizar y se puede obtener un único período del bloque de L1 ②, y el bloque de L1 combinado puede ser desintercalado ③.

La Fig. 129 muestra unos parámetros de profundidad de intercalado de Tiempo en la señalización de cabecera de L1. Para la estructura de cabecera de L1, RM (16, 32) tiene una capacidad de 16 bits. Un máximo de 2 bits de CRC pueden mejorar el rendimiento de RM BER. Los campos de señalización requeridos de la cabecera de L1 son L1_info_size (15 bits) que puede requerir un máximo de 5 símbolos OFDM y TI_depth (2 bits o bit 1). Sin embargo, un total de 18 ó 19 bits superan la capacidad de la cabecera de L1.

La Fig. 131 muestra un ejemplo de una señalización de L1 transmitida en una cabecera de trama. La información de señalización de L1 se puede usar como parámetros de decodificación en el receptor. Especialmente, los módulos en el trayecto de la señal de L1 de la Fig. 124 pueden realizar la decodificación de señales de L1 y los módulos en el trayecto de PLP de la Fig. 124 pueden usar parámetros, de esta manera, los servicios pueden ser decodificados. Un receptor puede obtener los parámetros de la señalización de L1 a partir de las señales del trayecto de L1 que se descodifican de acuerdo con un orden de cada campo y longitud de campo. A continuación se explica el significado de cada campo y su uso. Un nombre de cada campo, un número de bits para cada campo, o un ejemplo de cada campo se puede modificar.

Num_chbon: Este campo indica un número de canales usados en una unión de canales. Usando este campo, un receptor puede obtener un ancho de banda total de los canales usados. Un canal puede tener 6MHz, 7MHz, 8MHz, u otros valores de ancho de banda.

Num_dslice: Este campo indica un número de segmentos de datos existentes en un canal unido. Después de la decodificación de señales de L1, un receptor accede a un bucle donde está contenida la información de los segmentos de datos, para obtener información de los segmentos de datos. Usando este campo, un receptor puede obtener un tamaño del bucle para la descodificación.

Num_notch: Este campo indica un número de bandas de muesca existentes en un canal unido. Después de la decodificación de señales de L1, un receptor accede a un bucle donde está contenida la información de la banda de muesca, para obtener información de la banda de muesca. Usando este campo, un receptor puede obtener un tamaño del bucle para la descodificación.

Para cada segmento de datos, dslice_id, dslice_start, dslice_width, dslice_ti_depth, dslice_type, dslice_pwr_allocation, y la información de PLP se pueden transmitir en un preámbulo de una cabecera de trama. El segmento de datos puede ser considerado como un ancho de banda específico que contiene uno o más PLP. Los servicios pueden ser transmitidos en los PLP. Un receptor necesita acceder a un segmento de datos que contiene un PLP específico, para descodificar un servicio.

Dslice_id: Este campo puede ser usado para la identificación del segmento de datos. Cada segmento de datos en un canal de unión puede tener un valor único. Cuando un receptor accede a uno de los PLP para descodificar los servicios, este campo puede ser usado por el receptor para diferenciar un segmento de datos donde se encuentra el PLP, a partir de segmentos de datos.

Dslice_start: Este campo indica una ubicación de inicio de un segmento de datos dentro de un canal unido. Usando este campo, un receptor puede obtener una frecuencia donde se inicia el segmento de datos. Además, la sintonización para acceder a un segmento de datos se puede realizar usando este campo.

Dslice_width: Este campo indica un ancho de banda de un segmento de datos. Usando este campo, un receptor puede obtener un tamaño de un segmento de datos. Especialmente, este campo puede ser usado en el desintercalado de tiempo para permitir la descodificación. Junto con el campo dslice_start, un receptor puede determinar qué frecuencia para la descodificación de las señales recibidas del RF. Este proceso se puede realizar en el Sintonizador r700 de la Fig. 124. Información tal como dslice_start y dslice_width se puede usar como una señal de control del Sintonizador r700.

Dslice_ti_depth: Este campo indica la profundidad del intercalador de tiempo usado en segmentos de datos intercalados en el tiempo. Junto con dslice_width, un receptor puede obtener una anchura y una profundidad de un desintercalador de tiempo y puede realizar el desintercalado de tiempo. La Fig. 132 muestra un ejemplo de un dslice_ti_depth. En el ejemplo, 1, 4, 8 ó 16 símbolos OFDM se usan en el intercalado de tiempo. Esto se realiza en el desintercalador de tiempo r710 de la Fig. 124. Dslice_width y dslice_ti_depth se pueden usar como señal de control.

Dslice_type: Este campo indica el tipo de un segmento de datos. El segmento de datos de tipo 1 tiene un único PLP dentro de él y el PLP es una CCM (codificación y modulación constante) aplicada. El segmento de datos de tipo 2 representa todos los otros tipos de segmentos de datos. Usando este campo, un receptor puede realizar la descodificación de acuerdo con el PLP. Un PLP de tipo 1 no tiene cabecera FECFRAME, de esta manera un receptor no busca en la cabecera FECFRAME. Para el tipo 2, un receptor busca en la cabecera FECFRAME del PLP para obtener información MODCOD. La Fig. 133 muestra un ejemplo de dslice_type. Usando este campo, el analizador sintáctico del segmento de datos r711 de la Fig. 124 puede controlar los descodificadores de cabecera FEC r712-c, k.

Dslice_pwr_allocation: Este campo indica una potencia de un segmento de datos. Cada segmento de datos puede tener una potencia diferente a partir de otros segmentos de datos. Es para la adaptación de enlace en el sistema de cable. Un receptor puede usar este campo para controlar la potencia del segmento de datos recibido. El sintonizador r700 de la Fig. 124 puede ajustar la ganancia de la señal usando este campo.

Num_plp: Este campo indica un número de PLP en un segmento de datos. Después de la decodificación de señalización de L1, un receptor accede a un bucle que incluye información del PLP. Usando este campo un receptor puede obtener un tamaño del bucle y descodificar los PLP.

Para cada PLP, plp_id, plp_type, reprocesamiento PSI/SI, plp_payload_type, plp_modcod y plp_start_addr se pueden transmitir en una cabecera de trama (preámbulo). Cada PLP puede transmitir uno o más flujos o paquetes tales como TS y GSE. Un receptor puede obtener servicios mediante la descodificación de los PLP donde se transmiten los servicios.

Plp_id: Este campo es un identificador de PLP y tiene un valor único para cada PLP en un canal unido. Usando este campo, un receptor puede acceder a un PLP donde existe un servicio para descodificar. Este campo puede servir a un propósito idéntico a plp_id transmitido en una cabecera FECFRAME. Los decodificadores de Cabecera FEC r712-c, k de la Fig. 124 pueden acceder a un PLP necesario usando este campo.

Plp_type: Este campo indica si un tipo de PLP es un PLP común o un PLP de datos. Usando este campo, un receptor puede encontrar PLP comunes y puede obtener la información requerida para la descodificación de un paquete TS a partir del PLP común. Además, el receptor puede descodificar un paquete TS dentro de un PLP de datos. La Fig. 134 muestra un ejemplo de plp_type.

Reprocesamiento PSI/SI: Este campo indica si un PSI/SI de una señal recibida se vuelve a procesar o no. Usando este campo, un receptor puede determinar si se refiere al PSI/SI de un servicio específico a partir de un servicio transmitido. Si el receptor no puede referirse a un PSI/SI de un servicio específico a partir de un servicio transmitido, la PSI/SI que puede ser referida mediante un servicio específico se puede transmitir a través de un PLP común, por ejemplo. Usando esta información, un receptor puede descodificar servicios.

Plp_payload_type: Este campo indica el tipo de datos de carga útil que transmite el PLP. Un receptor puede usar este campo antes de decodificar datos dentro de los PLP. Si el receptor no puede descodificar el tipo específico de datos, se puede impedir la descodificación de un PLP que contiene ese tipo específico de datos. La Fig. 135 muestra un ejemplo de plp_payload_type. Si un segmento de datos tiene un PLP único y una CCM se aplica al segmento de datos, es decir, segmento de datos de tipo 1, los campos tales como plp_modcod y plp_start_addr se pueden transmitir de forma adicional.

Plp_modcod: Este campo indica el tipo de modulación y el índice de código FEC usado en el PLP. Usando este campo, un receptor puede realizar demodulación QAM y descodificación FEC. La Fig. 136 muestra un ejemplo de plp_modcod. Aquellos valores mostrados en la Fig. 136 se pueden usar en modcod que se transmite en una cabecera de una FECFRAME. Los descorrelacionadores de símbolos r713-c, k y el módulo BCH/LDPC de descodificación FEC r715-c, k de la Fig. 124 pueden usar este campo para la descodificación.

Plp_start_addr: Este campo indica dónde aparece una primera FECFRAME de un PLP en una secuencia de transmisión. Usando este campo, un receptor puede obtener una ubicación de inicio de FECFRAME y realizar la decodificación FEC. Usando este campo, el Analizador Sintáctico de segmentos de datos r711 de la Fig. 124 puede sincronizar las FECFRAME para los PLP de tipo 1. Para cada banda de muesca, información tal como notch_start notch_width se puede transmitir en una cabecera de trama (preámbulo).

Notch_start: Este campo indica una ubicación de inicio de una banda de muesca. Notch_width: Este campo indica una anchura de una banda de muesca. Usando notch_start y la anchura de la muesca, un receptor puede obtener una ubicación y un tamaño de una banda de muesca dentro de un canal unido. Además, se puede obtener un lugar de sintonización para que se pueda obtener una decodificación de servicios correcta y una existencia de un servicio dentro de un cierto ancho de banda se puede comprobar. El sintonizador r700 de la Fig. 124 puede realizar la sintonización con esta información.

GI: Este campo indica la información del intervalo de guarda usado en un sistema. Un receptor puede obtener información del intervalo de guarda con este campo. El módulo de Sincronización de Tiempo/Frecuencia r702 y el módulo de eliminación de GI r704 de la Fig. 124 pueden usar este campo. La Fig. 137 muestra un ejemplo.

Num_data_symbols: Este campo indica un número de datos de símbolos OFDM, excepto el preámbulo, usado en una trama. Una longitud de trama de transmisión puede ser definida mediante este campo. Usando este campo, un receptor puede predecir una ubicación de un preámbulo siguiente, de esta manera, este campo puede ser usado para la descodificación de señalización de L1. El Analizador Sintáctico de tramas r708 de la Fig. 124 puede usar este campo y predecir los símbolos OFDM que están en el preámbulo y enviar una señal a la trayectoria de descodificación del preámbulo.

Num_c2_frames: Este campo indica un número de tramas existentes en una supertrama. Usando este campo, un receptor puede obtener un límite de una supertrama y se puede predecir la información repetida por cada supertrama.

Frame_idx: Este campo es un índice de trama y se reinicia para cada supertrama. Usando este campo, un receptor puede obtener un número de trama actual y encontrar una ubicación de la trama actual dentro de una supertrama. Usando este campo, el analizador sintáctico de Tramas r708 de la Fig. 124 puede encontrar cuántas tramas están delante de una trama actual en una supertrama. Junto con num_c2_frames, se puede predecir el cambio que ocurre en una señalización de L1 y la descodificación de L1 se puede controlar.

PAPR: Este campo indica si una reserva de tono para reducir un PAPR se usa o no. Usando este campo, un receptor puede procesar en consecuencia. La Fig. 138 muestra un ejemplo. Por ejemplo, si se usa una reserva de tono, un receptor puede excluir las portadoras usadas en una reserva de tono, de la descodificación. En concreto, el analizador sintáctico de segmentos de Datos r711 de la Fig. 124 puede usar este campo para excluir las portadoras de la descodificación.

Reserved: Este campo es los bits adicionales reservados para uso futuro.

La Fig. 139 muestra otro ejemplo de la señalización de L1 transmitida en una cabecera de trama. En la Fig. 139, la información añadida adicionalmente a la Fig. 131 puede hacer la descodificación del servicio mediante un receptor más eficiente. Los campos siguientes explican sólo la información adicional. Los otros campos son los mismos que en la Fig. 131.

Network_id: Este campo indica una red a la que pertenece la señal transmitida. Usando este campo, un receptor puede descubrir una red actual. Cuando un receptor sintoniza a otra red para encontrar un servicio en la red, el receptor se puede procesar más rápido porque usando sólo la descodificación de L1 es suficiente para tomar la decisión de si la red sintonizada es una red deseada o no.

C2_system_id: Este campo identifica un sistema a la que pertenece una señal transmitida. Usando este campo, un receptor puede determinar el sistema actual. Cuando un receptor sintoniza a otro sistema para encontrar un servicio en el sistema, el receptor puede procesar más rápido porque sólo con la descodificación de L1 es suficiente para tomar la decisión de si el sistema sintonizado es un sistema deseado o no.

C2_signal_start_frequency: Este campo indica una frecuencia inicial de canales unidos. C2_signal_stop_frequency: Este campo indica una frecuencia final de los canales unidos. Usando c2_signal_start_frequency y c2_signal_stop_frequency, los anchos de banda de RF de todos los segmentos de datos se pueden encontrar mediante la descodificación de L1 de cierto ancho de banda dentro de los canales unidos. Además, este campo se puede usar para obtener una cantidad de desplazamiento de frecuencia requerida en la sincronización de L1_XFEC_FRAMEs. El combinador L1 XFEC r1017-L1 de la Fig. 124 puede usar este campo. Además, cuando un receptor recibe segmentos de datos ubicados en ambos extremos de un canal unido, este campo se puede usar para sintonizar la frecuencia adecuada. El sintonizador r700 de la Fig. 124 puede usar esta información.

Plp_type: Este campo indica si un PLP es un PLP común, un PLP de datos normal, o un PLP datos agrupados. Usando este campo, un receptor puede identificar un PLP común y puede obtener información requerida para la descodificación de paquetes de TS del PLP común, luego puede descodificar un paquete TS dentro de un PLP de datos agrupados. Aquí, el PLP común puede ser un PLP que contiene datos compartidos por múltiples PLP. La Fig. 140 muestra un ejemplo de este campo. El PLP de datos normal es un PLP de datos que no tiene PLP común. En este caso, un receptor no necesita encontrar un PLP común. El PLP común o el PLP agrupado pueden transmitir información tal como plp_group_id. Para los otros tipos de PLP, es posible una transmisión más eficiente porque no necesitan que sea transmitida información adicional.

Plp_group_id: Este campo indica un grupo al que pertenece un PLP actual. El PLP de datos agrupados puede transmitir parámetros de TS común usando un PLP común. Usando este campo, si un PLP actualmente descodificado es un PLP agrupado, un receptor puede encontrar un PLP común necesario, obtener los parámetros requeridos para un paquete de TS de un PLP agrupado, y formar un paquete de TS completo.

Reserved_1/reserved_2/reserved_3: Estos campos son bits adicionales reservados para uso futuro para un bucle de segmento de datos, un bucle de PLP, y una trama de transmisión, respectivamente.

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

Mediante la transmisión de la información ModCod en cada cabecera de trama en BB que es necesaria para ACM/VCM y transmitiendo el resto de la señalización de capa física e en una cabecera de trama, la sobrecarga de señalización se puede minimizar.

Se puede implementar una QAM modificada para una transmisión de energía más eficiente o sistema de difusión digital más robusto al ruido. El sistema puede incluir un transmisor y receptor para cada ejemplo revelado y las combinaciones de los mismos.

Se puede implementar una QAM no uniforme mejorada para una transmisión de energía más eficiente o un sistema de difusión digital de transmisión más robusto al ruido. Un método de uso de una tasa de código de código de corrección de errores de NU-MQAM y MQAM también se describe. El sistema puede incluir un transmisor y receptor para cada ejemplo revelado y las combinaciones de los mismos.

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

Será evidente a aquellos expertos en la técnica que varias modificaciones y variaciones se pueden hacer en la presente invención sin apartarse de la invención.

La invención además se refiere a un transmisor para transmitir datos de difusión a un receptor, el transmisor que comprende: un primer codificador BCH configurado para datos de señalización de Capa 1 codificados BCH; un primer codificador LDPC configurado para codificar LDPC los datos de señalización de Capa 1 codificados BCH para generar al menos un bit de paridad LDPC; unos medios de perforación configurados para realizar la perforación en el bit de paridad LDPC generado; un primer intercalador de bits configurado para intercalar en bits los datos de señalización de Capa 1 codificados LDPC y el bit de paridad LDPC perforado; y un primer correlacionador QAM configurado para demultiplexar los datos de señalización de Capa 1 intercalados de bits en palabras de celda y correlacionar las palabras de celda en valores de constelación, en el que el transmisor está configurado para procesar los datos de señalización de Capa 1, los datos de señalización de Capa 1 que tienen información del tipo de PLP que indica el tipo del PLP asociado, la información del tipo de PLP que es una de PLP común, PLP de datos agrupado y PLP de datos normal, el PLP común que es un PLP especial que contiene datos compartidos por múltiples PLP.

De acuerdo con realizaciones adicionales que se pueden considerar solas o en combinación:

- el transmisor puede comprender además: un segundo codificador BCH configurado para codificar BCH los datos de PLP para generar unos datos protegidos de errores; un segundo codificador LDPC configurado para codificar LDPC los datos de PLP codificados BCH; un segundo intercalador de bits configurado para intercalar bits de los datos PLP codificados LDPC; un segundo correlacionador QAM configurado para demultiplexar los datos PLP intercalados en palabras de celda y correlacionar las palabras de celda en valores de constelación; y un intercalador de tiempo-frecuencia configurado para intercalar en tiempo-frecuencia los valores de constelación correlacionados.

- otros configurados para procesar datos en los que cuando el tipo de PLP es uno del PLP común y el PLP de datos agrupado, los datos de señalización de Capa 1 además incluyen un ID de grupo de PLP que identifica con qué grupo de PLP está asociado el PLP actual.

La invención además se refiere a un receptor para procesar datos de difusión, el receptor que comprende: un descorrelacionador QAM configurado para descorrelacionar valores de constelación correspondientes a datos de señalización de Capa 1 en palabras de celda y para multiplexar las palabras de celda descorrelacionadas en los datos de señalización de Capa 1; un desintercalador de bits configurado para desintercalar bits de los datos de señalización de Capa 1 multiplexados y al menos un bit de paridad LDPC; unos medios de desperforación configurados para realizar la desperforación en el bit de paridad LDPC; un descodificador LDPC configurado para descodificar LDPC los datos de señalización de Capa 1 y el bit de paridad LDPC desperforado; y un descodificador BCH configurado para descodificar BCH los datos de señalización de Capa 1 descodificados LDPC y el bit de paridad LDPC desperforado, en el que el receptor está configurado para procesar los datos de señalización de Capa 1, en el que los datos de señalización de Capa 1 incluyen información de tipo de PLP que indica el tipo del PLP asociado, la información del tipo de PLP que es uno de PLP común, PLP de datos agrupado y PLP de datos normal, el PLP común que es un PLP especial, que contiene datos compartidos por múltiples PLP.

De acuerdo con realizaciones adicionales que se pueden considerar solas o en combinación:

- el receptor además comprende un desintercalador de tiempo-frecuencia configurado para desintercalar en tiempo-frecuencia valores de constelación que corresponden a datos de PLP; un descorrelacionador QAM configurado para descorrelacionar los valores de constelación desintercalados en palabras de celda y para multiplexar las palabras de celda descorrelacionadas en los datos de PLP; un desintercalador de bits configurado para desintercalar bits de los datos de PLP multiplexados; un descodificador LDPC configurado para descodificar LDPC los datos de PLP desintercalados de bits; y un descodificador BCH configurado para descodificar BCH los datos de PLP descodificados de LDPC.

- el receptor está configurado además para procesar datos, en los que cuando el tipo de PLP es uno del PLP común y el PLP de datos agrupados, los datos de señalización de Capa 1 además incluyen un ID de grupo de PLP que identifica con qué grupo de PLP está asociado el PLP actual.

La invención además se refiere a un método para transmitir datos de difusión a un receptor, el método que comprende: codificar BCH los datos de señalización de Capa 1; codificar LDPC los datos de señalización de Capa 1

codificados BCH para generar al menos un bit de paridad LDPC; realizar perforación en el bit de paridad LDPC generado; intercalar bits de los datos de señalización de Capa 1 codificados LDPC y el bit de paridad LDPC perforado; y demultiplexar los datos de señalización de Capa 1 intercalados de bits en palabras celda y correlacionar las palabras de celda en valores de constelación por medio de un método de correlación QAM, en el que los datos de señalización de Capa 1 tienen información del tipo de PLP que indica el tipo del PLP asociado, la información del tipo de PLP que es uno del PLP común, el PLP de datos agrupado y el PLP de datos normal, el PLP común que es un PLP especial que contiene datos compartidos por múltiples PLP.

De acuerdo con realizaciones adicionales que se pueden considerar solas o en combinación:

- el método además comprende: codificar BCH datos de PLP para generar unos datos protegidos de errores; codificar LDPC los datos de PLP codificados BCH; intercalar bits de los datos PLP codificados LDPC; demultiplexar los datos de PLP intercalados en palabras celda; correlacionar las palabras de celda en valores de constelación; e intercalar en tiempo-frecuencia los valores de constelación correlacionados,

- cuando el tipo de PLP es uno del PLP común y el PLP de datos agrupado, los datos de señalización de Capa 1 además incluyen un ID de grupo de PLP que identifica con qué grupo de PLP está asociado el PLP actual.

La invención además se refiere a un método para recibir datos de difusión, el método que comprende: descorrelacionar valores de constelación que corresponden a datos de señalización de Capa 1 en palabras de celda; multiplexar las palabras de celda descorrelacionadas en datos de señalización de Capa 1; desintercalar bits de los datos de señalización de Capa 1 multiplexados y al menos un bit de paridad LDPC; realizar desperforación en el bit de paridad LDPC; descodificar LDPC los datos de señalización de Capa 1 y el bit de paridad LDPC desperforado; y descodificar BCH los datos de señalización de Capa 1 descodificados LDPC y el bit de paridad LDPC desperforado, en la que los datos de señalización de Capa 1 incluyen información de tipo PLP que indica el tipo del PLP asociado, la información de tipo de PLP que es una de PLP común, PLP de datos agrupado y PLP de datos normal, el PLP común que es un PLP especial, el cual contiene datos compartidos por múltiples PLP.

De acuerdo con realizaciones adicionales que se pueden considerar solas o en combinación:

- el método además comprende: desintercalar en tiempo-frecuencia valores de constelación que corresponden a datos de PLP; descorrelacionar los valores de constelación desintercalados en palabras de celda; multiplexar las palabras de celda descorrelacionadas en los datos de PLP; desintercalar bits de los datos de PLP multiplexados; descodificar LDPC los datos PLP desintercalados de bits; y descodificar BCH los datos de PLP descodificados BCH,

- cuando el tipo de PLP es uno del PLP común y el PLP de datos agrupado, los datos de señalización de Capa 1 además incluyen un ID de grupo de PLP que identifica con qué grupo de PLP está asociado el PLP actual.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para transmitir datos de difusión, el aparato que comprende:

medios de codificación BCH para codificar en BCH datos de señalización de la Capa 1;

medios de codificación LDPC (302c) para codificar en LDPC los datos de señalización de la Capa 1 codificados en BCH y generar al menos un bit de paridad LDPC;

medios de perforación (303-1, 304c) para realizar una perforación en el bit de paridad LDPC generado de los datos de señalización de Capa 1;

medios de intercalado de bits (304-1) para intercalar bits en los datos de señalización de Capa 1 realizados perforando;

medios de demultiplexación (305-1) para demultiplexar los datos de señalización de Capa 1 intercalados en bits;

medios de correlación QAM (306-1) para la correlación de la constelación de los datos de señalización de la Capa 1 demultiplexados;

medios de formación de tramas (103) para formar una trama de señal que incluye los datos de señalización de Capa 1 correlacionados en la constelación y al menos un segmento de datos; y

medios de modulación (104) para realizar modulación OFDM en la trama de señal formada,

caracterizado porque los datos de señalización de la Capa 1 incluyen información para señalizar el segmento de datos,

en el que el segmento de datos transporta uno o más PLP en una sub-banda de frecuencia, el segmento de datos empieza y finaliza en posiciones piloto dispersas y los datos de señalización de Capa 1 incluyen información del tipo de PLP que indica el tipo de PLP del PLP asociado en el segmento de datos, el tipo de PLP que es uno del PLP común, el PLP de datos agrupado y PLP de datos normal, el PLP común que es un PLP especial que contiene datos compartidos por múltiples PLP, y

en el que los datos de señalización de la Capa 1 incluyen además un ID del grupo del PLP que indica con qué grupo de PLP está asociado un PLP actual cuando el tipo de PLP es el PLP común o el PLP de datos agrupado.

2. El aparato de la reivindicación 1, en el que la trama de señal incluye al menos un símbolo preámbulo que transporta los datos de señalización de la Capa 1.

3. El aparato de la reivindicación 1, en el que el PLP común está identificado por la información de identificación de PLP.

4. Un método para transmitir datos de difusión, el método que comprende:

codificar en BCH datos de señalización de Capa 1;

codificar LDPC los datos de señalización de Capa 1 codificados en BCH y generar al menos un bit de paridad LDPC;

realizar perforación en el bit de paridad LDPC generado de los datos de señalización de Capa 1;

intercalar bits de los datos de señalización de la Capa 1 realizados perforando;

demultiplexar los datos de señalización de Capa 1 intercalados en bits;

correlación de constelación de los datos de señalización de Capa 1 demultiplexados;

formar una trama de señal que incluye los datos de señalización de Capa 1 correlacionados en la constelación y al menos un segmento de datos; y

realizar modulación OFDM en la trama de señal formada,

caracterizado porque los datos de señalización de Capa 1 incluyen información para señalizar el segmento de datos,

en el que el segmento de datos transporta uno o más PLP en una sub-banda de frecuencia, el segmento de datos empieza y finaliza en posiciones piloto dispersas y los datos de señalización de Capa 1 incluyen

información del tipo de PLP que indica el tipo del PLP del PLP asociado en el segmento de datos, el tipo de PLP que es uno del PLP común, el PLP de datos agrupado y PLP de datos normal, el PLP común que es un PLP especial que contiene datos compartidos por múltiples PLP, y

en el que los datos de señalización de Capa 1 incluyen además un ID del grupo del PLP que indica con qué grupo de PLP está asociado un PLP actual cuando el tipo de PLP es el PLP común o el PLP de datos agrupado.

5. El método de la reivindicación 4, en el que la trama de señal incluye al menos un símbolo preámbulo que transporta los datos de señalización de la Capa 1.

6. El método de la reivindicación 4, en el que el PLP común está identificado por la información de identificación de PLP.

7. Un aparato para recibir datos de difusión, el aparato que comprende:

medios de demodulación (r104) para realizar demodulación OFDM en una trama des señal que incluye datos de señalización de Capa 1 y al menos un segmento de datos:

medios de análisis sintáctico de tramas (r103) para analizar sintácticamente la trama de señal y obtener los datos de señalización de Capa 1;

medios de descorrelación QAM (r306-1) para el descorrelacionado de constelación de los datos de señalización de la Capa 1;

medios de multiplexación (r305-1) para multiplexar los datos de señalización de la Capa 1 descorrelacionados en la constelación;

medios de desintercalado de bits (r304-1) para desintercalar bits de los datos de señalización de Capa 1 multiplexados;

medios de desperforación (r303a) para realizar una desperforación en los datos de señalización de Capa 1 desintercalados en bits;

medios de descodificación LDPC (r304a) para descodificar LDPC los datos de señalización de Capa 1 en los que se realiza la desperforación; y

medios de descodificación BCH (r301-1) para descodificar BCH los datos de señalización de Capa 1 descodificados en LDPC;

caracterizado porque los datos de señalización de la Capa 1 incluyen información para señalizar el segmento de datos,

en el que el segmento de datos transporta uno o más PLP en una sub-banda de frecuencia, el segmento de datos empieza y finaliza en posiciones piloto dispersas y los datos de señalización de la Capa 1 incluyen información del tipo de PLP que indica el tipo de PLP del PLP asociado en el segmento de datos, el tipo de PLP que es uno del PLP común, el PLP de datos agrupado y PLP de datos normal, el PLP común que es un PLP especial que contiene datos compartidos por múltiples PLP, y

en el que los datos de señalización de Capa 1 incluyen además un ID del grupo del PLP que indica con qué grupo de PLP está asociado un PLP actual cuando el tipo de PLP es el PLP común o el PLP de datos agrupado.

8. El aparato de la reivindicación 7, en el que la trama de señal incluye al menos un símbolo de preámbulo que transporta los datos de señalización de Capa 1.

9. El aparato de la reivindicación 7, en el que el PLP común está identificado por información de identificación PLP.

10. Un método para recibir datos de difusión, el método que comprende:

realizar la demodulación OFDM en una trama de señal que incluye datos de señalización de Capa 1 y al menos un segmento de datos;

analizar sintácticamente la trama de señal y obtener los datos de señalización de Capa 1;

el descorrelacionado de constelación de los datos de señalización de Capa 1;

multiplexar los datos de señalización de Capa 1 descorrelacionados en la constelación;

desintercalar bits de los datos de señalización de Capa 1 multiplexados;

realizar la desperforación en los datos de señalización de Capa 1 desintercalados en bits;

descodificar LDPC los datos de señalización de Capa 1 en los que se realiza la desperforacion; y

descodificar en BCH los datos de señalización de Capa 1 descodificados LDPC.

caracterizado porque los datos de señalización de Capa 1 incluyen información para señalizar el segmento de datos,

en el que el segmento de datos transporta uno o más PLP en una de una sub-banda de frecuencia, el segmento de datos empieza y finaliza en posiciones piloto dispersas y los datos de señalización de Capa 1 incluyen información del tipo de PLP que indica el tipo de PLP del PLP asociado en el segmento de datos, el tipo de PLP que es uno de PLP común, PLP de datos agrupado y PLP de datos normal, el PLP común que es un PLP especial que contiene datos compartidos por múltiples PLP, y

en el que los datos de señalización de Capa 1 además incluye un ID del grupo del PLP que indica con qué grupo de PLP está asociado un PLP actual cuando el tipo de PLP es el PLP común o el PLP de datos agrupado.

11. El método de la reivindicación 10, en el que la trama de señal incluye al menos un símbolo preámbulo que transporta los datos de señalización de Capa 1.

12. El método de la reivindicación 10, en el que el PLP común se identifica mediante la información de identificación del PLP.

Fig. 1

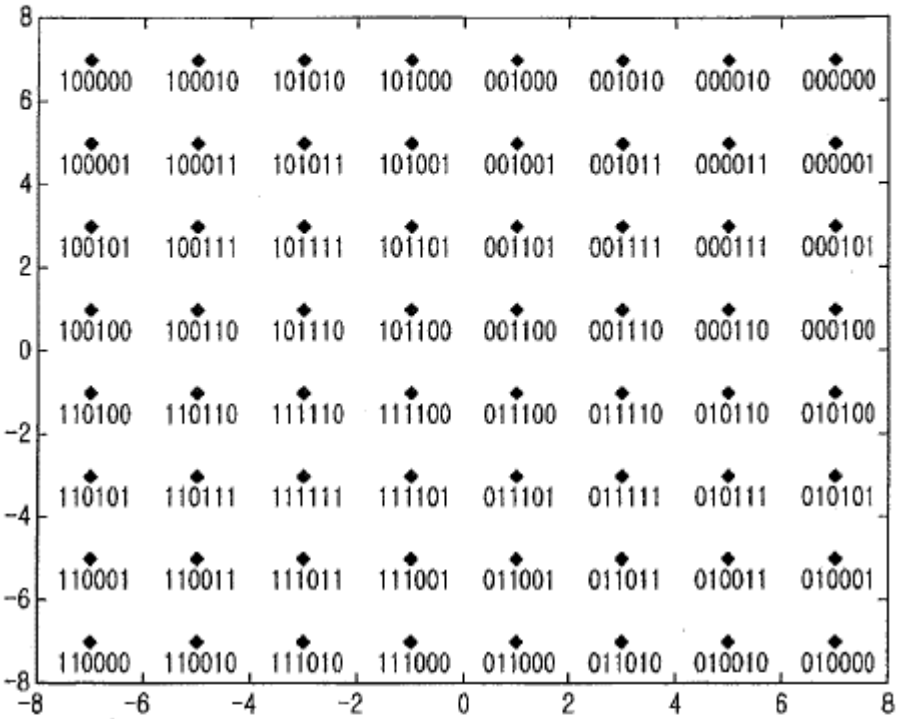

100000 100010 101010 101000 001000 001010 000010 000000
100001 100011 101011 101001 001001 001011 000011 000001
100101 100111 101111 101101 001101 001111 000111 000101
100100 100110 101110 101100 001100 001110 000110 000100
110100 110110 111110 111100 011100 011110 010110 010100
110101 110111 111111 111101 011101 011111 010111 010101
110001 110011 111011 111001 011001 011011 010011 010001
110000 110010 111010 111000 011000 011010 010010 010000
8 6 4 2 0 -2 -4 -6 -8
-8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8

Fig. 2

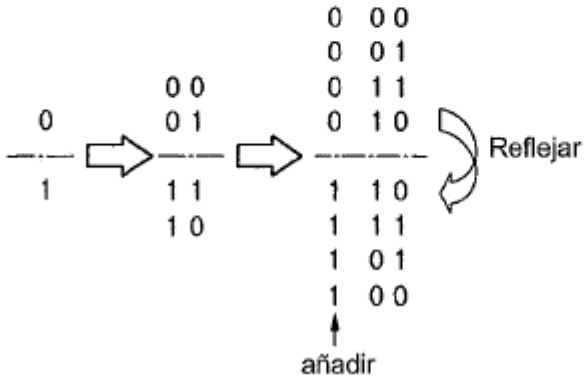

0
1
0 0
0 1
1 1
1 0
0 0 0
0 0 1
0 1 1
0 1 0
1 1 0
1 1 1
1 0 1
1 0 0
Reflejar
añadir

Fig. 3

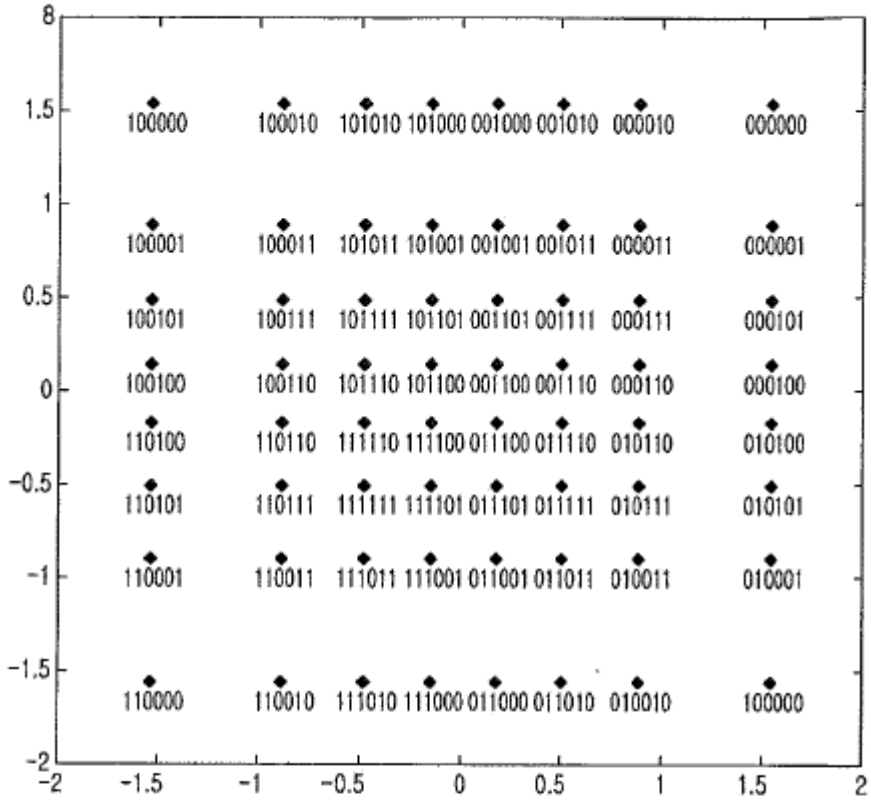

8
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2
-1.5
-1
-0.5
0
0.5
1
1.5
2
100000 100010 101010 101000 001000 001010 000010 000000
100001 100011 101011 101001 001001 001011 000011 000001
100101 100111 101111 101101 001101 001111 000111 000101
100100 100110 101110 101100 001100 001110 000110 000100
110100 110110 111110 111100 011100 011110 010110 010100
110101 110111 111111 111101 011101 011111 010111 010101
110001 110011 111011 111001 011001 011011 010011 010001
110000 110010 111010 111000 011000 011010 010010 100000

Fig. 4

0 0 0
0 0 1
0 1 1
0 1 0
1 1 0
1 1 1
1 0 1
1 0 0
Pares reflejados (D_H=1)
Bit diferente

Fig. 5

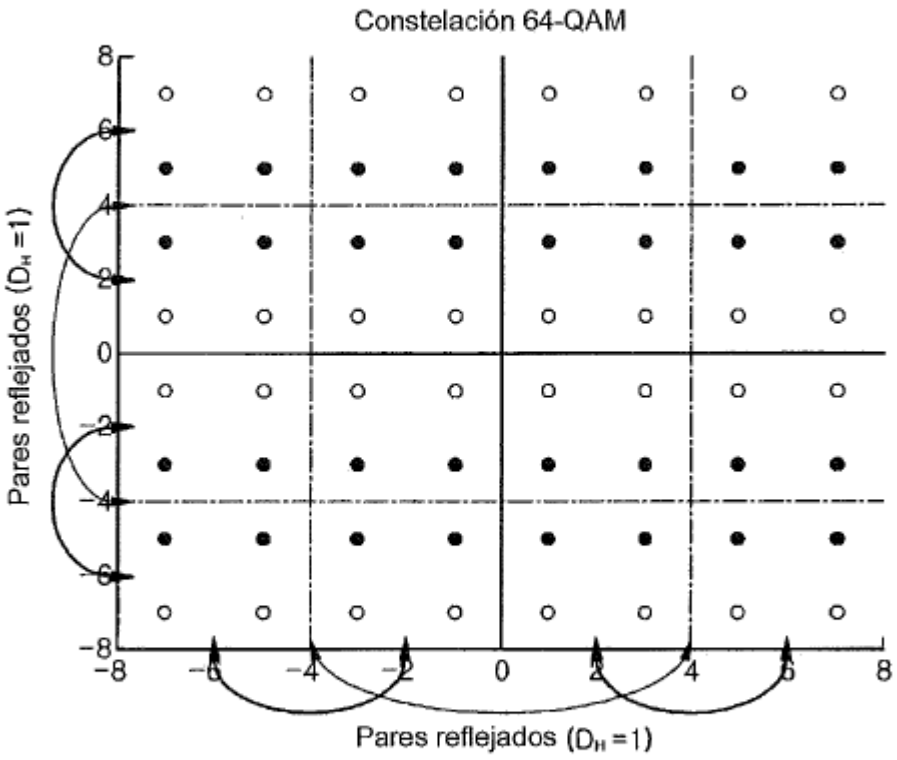
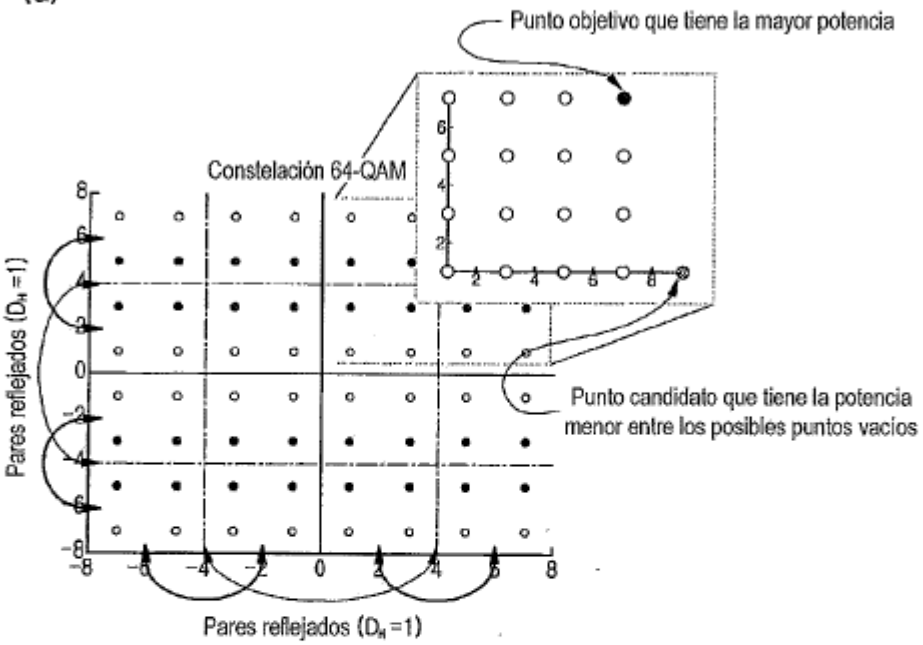

Constelación 64-QAM
Pares reflejados (D_H =1)
Pares reflejados (D_H =1)
8
6
4
2
0
−2
−4
−6
−8
−8
−6
−4
−2
0
2
4
6
8

Fig. 6

(a)



(b)

*El punto candidato es el punto vecino más próximo al par reflejado de puntos objetivo

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

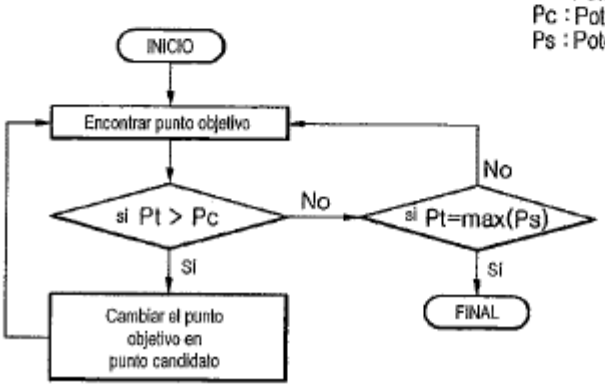


Fig. 7

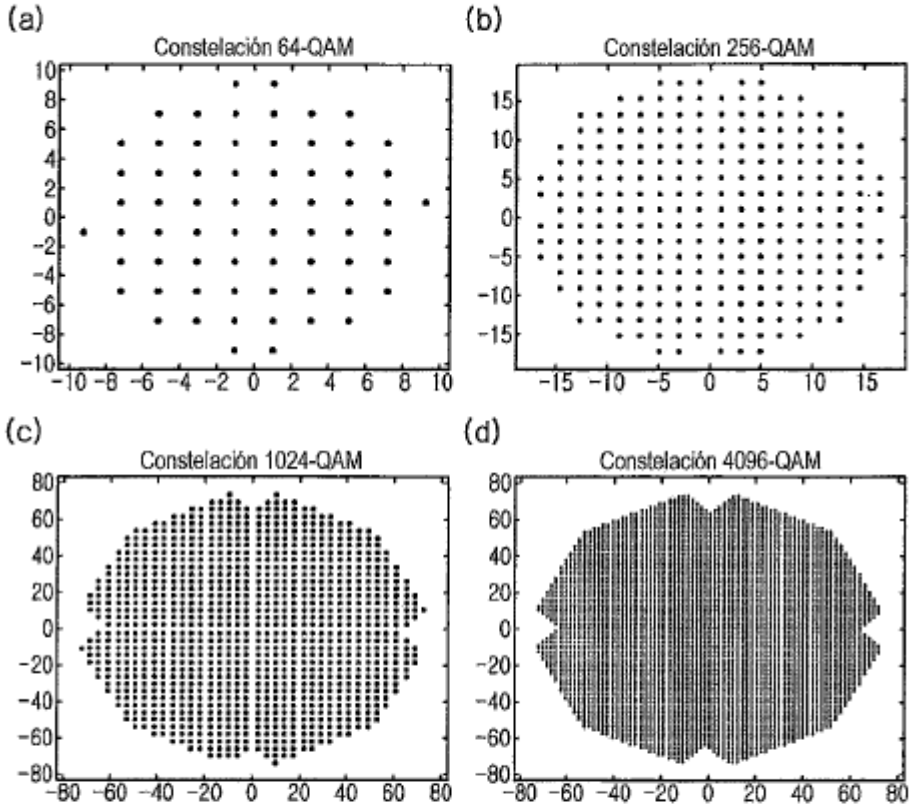


Fig. 8

Valor	Dispersión
10	9 + 1i
11	7 + 5i
12	5 + 7i
13	5 + 5i
14	7 + 1i
15	7 + 3i
16	5 + 1i
17	5 + 3i
18	1 + 7i
19	1 + 5i
20	3 + 7i
21	3 + 5i
22	1 + 1i
23	1 + 3i
24	3 + 1i
25	3 + 3i
26	1 - 9i
27	7 - 5i
28	5 - 7i
29	5 - 5i
30	7 - 1i
31	7 - 3i
32	5 - 1i
33	5 - 3i
34	1 - 7i
35	1 - 5i
36	3 - 7i
37	3 - 5i
38	1 - 1i
39	1 - 3i
40	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 + 5i	95	11 - 5i	159	-11 + 5i	223	-11 - 5i
32	1 + 15i	96	1 - 15i	160	-1 + 15i	224	-1 - 15i
33	1 + 13i	97	1 - 13i	161	-1 + 13i	225	-1 - 13i
34	3 + 15i	98	3 - 15i	162	-3 + 15i	226	-3 - 15i
35	3 + 13i	99	3 - 13i	163	-3 + 13i	227	-3 - 13i
36	1 + 9i	100	1 - 9i	164	-1 + 9i	228	-1 - 9i
37	1 + 11i	101	1 - 11i	165	-1 + 11i	229	-1 - 11i
38	3 + 9i	102	3 - 9i	166	-3 + 9i	230	-3 - 9i
39	3 + 11i	103	3 - 11i	167	-3 + 11i	231	-3 - 11i
40	7 + 15i	104	7 - 15i	168	-7 + 15i	232	-7 - 15i
41	7 + 13i	105	7 - 13i	169	-7 + 13i	233	-7 - 13i
42	5 + 15i	106	5 - 15i	170	-5 + 15i	234	-5 - 15i
43	5 + 13i	107	5 - 13i	171	-5 + 13i	235	-5 - 13i
44	7 + 9i	108	7 - 9i	172	-7 + 9i	236	-7 - 9i
45	7 + 11i	109	7 - 11i	173	-7 + 11i	237	-7 - 11i
46	5 + 9i	110	5 - 9i	174	-5 + 9i	238	-5 - 9i
47	5 + 11i	111	5 - 11i	175	-5 + 11i	239	-5 - 11i
48	1 + 1i	112	1 - 1i	176	-1 + 1i	240	-1 - 1i
49	1 + 3i	113	1 - 3i	177	-1 + 3i	241	-1 - 3i
50	3 + 1i	114	3 - 1i	178	-3 + 1i	242	-3 - 1i
51	3 + 3i	115	3 - 3i	179	-3 + 3i	243	-3 - 3i
52	1 + 7i	116	1 - 7i	180	-1 + 7i	244	-1 - 7i
53	1 + 5i	117	1 - 5i	181	-1 + 5i	245	-1 - 5i
54	3 + 7i	118	3 - 7i	182	-3 + 7i	246	-3 - 7i
55	3 + 5i	119	3 - 5i	183	-3 + 5i	247	-3 - 5i
56	7 + 1i	120	7 - 1i	184	-7 + 1i	248	-7 - 1i
57	7 + 3i	121	7 - 3i	185	-7 + 3i	249	-7 - 3i
58	5 + 1i	122	5 - 1i	186	-5 + 1i	250	-5 - 1i
59	5 + 3i	123	5 - 3i	187	-5 + 3i	251	-5 - 3i
60	7 + 7i	124	7 - 7i	188	-7 + 7i	252	-7 - 7i
61	7 + 5i	125	7 - 5i	189	-7 + 5i	253	-7 - 5i
62	5 + 7i	126	5 - 7i	190	-5 + 7i	254	-5 - 7i
63	5 + 5i	127	5 - 5i	191	-5 + 5i	255	-5 - 5i

Fig. 12

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

Fig. 15

Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión
0	65 + 1i	64	63 + 33i	128	33 + 63i	192	33 + 33i	256	63 + 1i	320	63 + 31i	384	33 + 1i	448	33 + 31i
1	65 + 3i	65	65 + 29i	129	33 + 61i	193	33 + 35i	257	63 + 3i	321	63 + 29i	385	33 + 3i	449	33 + 29i
2	3 + 65i	66	61 + 33i	130	29 + 65i	194	35 + 33i	258	61 + 1i	322	61 + 31i	386	35 + 1i	450	35 + 31i
3	67 + 3i	67	61 + 35i	131	35 + 61i	195	35 + 35i	259	61 + 3i	323	61 + 29i	387	35 + 3i	451	35 + 29i
4	65 + 7i	68	65 + 25i	132	33 + 57i	196	33 + 39i	260	63 + 7i	324	63 + 25i	388	33 + 7i	452	33 + 25i
5	65 + 5i	69	65 + 27i	133	33 + 59i	197	33 + 37i	261	63 + 5i	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 + 1i	352	49 + 31i	416	47 + 1i	480	47 + 31i
33	15 + 67i	97	49 + 35i	161	17 + 67i	225	47 + 35i	289	49 + 3i	353	49 + 29i	417	47 + 3i	481	47 + 29i
34	13 + 65i	98	51 + 33i	162	19 + 65i	226	45 + 33i	290	51 + 1i	354	51 + 31i	418	45 + 1i	482	45 + 31i
35	13 + 67i	99	51 + 35i	163	19 + 67i	227	45 + 35i	291	51 + 3i	355	51 + 29i	419	45 + 3i	483	45 + 29i
36	15 + 71i	100	49 + 39i	164	17 + 71i	228	47 + 39i	292	49 + 7i	356	49 + 25i	420	47 + 7i	484	47 + 25i
37	15 + 69i	101	49 + 37i	165	17 + 69i	229	47 + 37i	293	49 + 5i	357	49 + 27i	421	47 + 5i	485	47 + 27i
38	13 + 71i	102	51 + 39i	166	45 + 57i	230	45 + 39i	294	51 + 7i	358	51 + 25i	422	45 + 7i	486	45 + 25i
39	13 + 69i	103	51 + 37i	167	19 + 69i	231	45 + 37i	295	51 + 5i	359	51 + 27i	423	45 + 5i	487	45 + 27i
40	9 + 65i	104	55 + 33i	168	23 + 65i	232	41 + 33i	296	55 + 1i	360	55 + 31i	424	41 + 1i	488	41 + 31i
41	9 + 67i	105	55 + 35i	169	23 + 67i	233	41 + 35i	297	55 + 3i	361	55 + 29i	425	41 + 3i	489	41 + 29i
42	11 + 65i	106	53 + 33i	170	21 + 65i	234	43 + 33i	298	53 + 1i	362	53 + 31i	426	43 + 1i	490	43 + 31i
43	11 + 67i	107	53 + 35i	171	21 + 67i	235	43 + 35i	299	53 + 3i	363	53 + 29i	427	43 + 3i	491	43 + 29i
44	9 + 71i	108	55 + 39i	172	41 + 57i	236	41 + 39i	300	55 + 7i	364	55 + 25i	428	41 + 7i	492	41 + 25i
45	9 + 69i	109	55 + 37i	173	41 + 59i	237	41 + 37i	301	55 + 5i	365	55 + 27i	429	41 + 5i	493	41 + 27i
46	11 + 71i	110	53 + 39i	174	43 + 57i	238	43 + 39i	302	53 + 7i	366	53 + 25i	430	43 + 7i	494	43 + 25i
47	11 + 69i	111	53 + 37i	175	21 + 69i	239	43 + 37i	303	53 + 5i	367	53 + 27i	431	43 + 5i	495	43 + 27i
48	49 + 49i	112	49 + 47i	176	47 + 49i	240	47 + 47i	304	49 + 15i	368	49 + 17i	432	47 + 15i	496	47 + 17i
49	49 + 51i	113	49 + 45i	177	47 + 51i	241	47 + 45i	305	49 + 13i	369	49 + 19i	433	47 + 13i	497	47 + 19i
50	51 + 49i	114	51 + 47i	178	45 + 49i	242	45 + 47i	306	51 + 15i	370	51 + 17i	434	45 + 15i	498	45 + 17i
51	51 + 51i	115	51 + 45i	179	45 + 51i	243	45 + 45i	307	51 + 13i	371	51 + 19i	435	45 + 13i	499	45 + 19i
52	49 + 55i	116	49 + 41i	180	47 + 55i	244	47 + 41i	308	49 + 9i	372	49 + 23i	436	47 + 9i	500	47 + 23i
53	49 + 53i	117	49 + 43i	181	47 + 53i	245	47 + 43i	309	49 + 11i	373	49 + 21i	437	47 + 11i	501	47 + 21i
54	13 + 73i	118	51 + 41i	182	45 + 55i	246	45 + 41i	310	51 + 9i	374	51 + 23i	438	45 + 9i	502	45 + 23i
55	51 + 53i	119	51 + 43i	183	45 + 53i	247	45 + 43i	311	51 + 11i	375	51 + 21i	439	45 + 11i	503	45 + 21i
56	55 + 49i	120	55 + 47i	184	41 + 49i	248	41 + 47i	312	55 + 15i	376	55 + 17i	440	41 + 15i	504	41 + 17i
57	73 + 13i	121	55 + 45i	185	41 + 51i	249	41 + 45i	313	55 + 13i	377	55 + 19i	441	41 + 13i	505	41 + 19i
58	53 + 49i	122	53 + 47i	186	43 + 49i	250	43 + 47i	314	53 + 15i	378	53 + 17i	442	43 + 15i	506	43 + 17i
59	53 + 51i	123	53 + 45i	187	43 + 51i	251	43 + 45i	315	53 + 13i	379	53 + 19i	443	43 + 13i	507	43 + 19i
60	73 + 9i	124	55 + 41i	188	41 + 55i	252	41 + 41i	316	55 + 9i	380	55 + 23i	444	41 + 9i	508	41 + 23i
61	73 + 11i	125	55 + 43i	189	41 + 53i	253	41 + 43i	317	55 + 11i	381	55 + 21i	445	41 + 11i	509	41 + 21i
62	11 + 73i	126	53 + 41i	190	43 + 55i	254	43 + 41i	318	53 + 9i	382	53 + 23i	446	43 + 9i	510	43 + 23i
63	53 + 53i	127	53 + 43i	191	43 + 53i	255	43 + 43i	319	53 + 11i	383	53 + 21i	447	43 + 11i	511	43 + 21i

Fig. 17

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

Fig. 18

Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión
512	1 + 63i	576	1 + 33i	640	31 + 63i	704	31 + 33i	768	1 + 1i	832	1 + 31i	896	31 + 1i	960	31 + 31i
513	1 + 61i	577	1 + 35i	641	31 + 61i	705	31 + 35i	769	1 + 3i	833	1 + 29i	897	31 + 3i	961	31 + 29i
514	3 + 63i	578	3 + 33i	642	29 + 63i	706	29 + 33i	770	3 + 1i	834	3 + 31i	898	29 + 1i	962	29 + 31i
515	3 + 61i	579	3 + 35i	643	29 + 61i	707	29 + 35i	771	3 + 3i	835	3 + 29i	899	29 + 3i	963	29 + 29i
516	1 + 57i	580	1 + 39i	644	31 + 57i	708	31 + 39i	772	1 + 7i	836	1 + 25i	900	31 + 7i	964	31 + 25i
517	1 + 59i	581	1 + 37i	645	31 + 59i	709	31 + 37i	773	1 + 5i	837	1 + 27i	901	31 + 5i	965	31 + 27i
518	3 + 57i	582	3 + 39i	646	29 + 57i	710	29 + 39i	774	3 + 7i	838	3 + 25i	902	29 + 7i	966	29 + 25i
519	3 + 59i	583	3 + 37i	647	29 + 59i	711	29 + 37i	775	3 + 5i	839	3 + 27i	903	29 + 5i	967	29 + 27i
520	7 + 63i	584	7 + 33i	648	25 + 63i	712	25 + 33i	776	7 + 1i	840	7 + 31i	904	25 + 1i	968	25 + 31i
521	7 + 61i	585	7 + 35i	649	25 + 61i	713	25 + 35i	777	7 + 3i	841	7 + 29i	905	25 + 3i	969	25 + 29i
522	5 + 63i	586	5 + 33i	650	27 + 63i	714	27 + 33i	778	5 + 1i	842	5 + 31i	906	27 + 1i	970	27 + 31i
523	5 + 61i	587	5 + 35i	651	27 + 61i	715	27 + 35i	779	5 + 3i	843	5 + 29i	907	27 + 3i	971	27 + 29i
524	7 + 57i	588	7 + 39i	652	25 + 57i	716	25 + 39i	780	7 + 7i	844	7 + 25i	908	25 + 7i	972	25 + 25i
525	7 + 59i	589	7 + 37i	653	25 + 59i	717	25 + 37i	781	7 + 5i	845	7 + 27i	909	25 + 5i	973	25 + 27i
526	5 + 57i	590	5 + 39i	654	27 + 57i	718	27 + 39i	782	5 + 7i	846	5 + 25i	910	27 + 7i	974	27 + 25i
527	5 + 59i	591	5 + 37i	655	27 + 59i	719	27 + 37i	783	5 + 5i	847	5 + 27i	911	27 + 5i	975	27 + 27i
528	1 + 49i	592	1 + 47i	656	31 + 49i	720	31 + 47i	784	1 + 15i	848	1 + 17i	912	31 + 15i	976	31 + 17i
529	1 + 51i	593	1 + 45i	657	31 + 51i	721	31 + 45i	785	1 + 13i	849	1 + 19i	913	31 + 13i	977	31 + 19i
530	3 + 49i	594	3 + 47i	658	29 + 49i	722	29 + 47i	786	3 + 15i	850	3 + 17i	914	29 + 15i	978	29 + 17i
531	3 + 51i	595	3 + 45i	659	29 + 51i	723	29 + 45i	787	3 + 13i	851	3 + 19i	915	29 + 13i	979	29 + 19i
532	1 + 55i	596	1 + 41i	660	31 + 55i	724	31 + 41i	788	1 + 9i	852	1 + 23i	916	31 + 9i	980	31 + 23i
533	1 + 53i	597	1 + 43i	661	31 + 53i	725	31 + 43i	789	1 + 11i	853	1 + 21i	917	31 + 11i	981	31 + 21i
534	3 + 55i	598	3 + 41i	662	29 + 55i	726	29 + 41i	790	3 + 9i	854	3 + 23i	918	29 + 9i	982	29 + 23i
535	3 + 53i	599	3 + 43i	663	29 + 53i	727	29 + 43i	791	3 + 11i	855	3 + 21i	919	29 + 11i	983	29 + 21i
536	7 + 49i	600	7 + 47i	664	25 + 49i	728	25 + 47i	792	7 + 15i	856	7 + 17i	920	25 + 15i	984	25 + 17i
537	7 + 51i	601	7 + 45i	665	25 + 51i	729	25 + 45i	793	7 + 13i	857	7 + 19i	921	25 + 13i	985	25 + 19i
538	5 + 49i	602	5 + 47i	666	27 + 49i	730	27 + 47i	794	5 + 15i	858	5 + 17i	922	27 + 15i	986	27 + 17i
539	5 + 51i	603	5 + 45i	667	27 + 51i	731	27 + 45i	795	5 + 13i	859	5 + 19i	923	27 + 13i	987	27 + 19i
540	7 + 55i	604	7 + 41i	668	25 + 55i	732	25 + 41i	796	7 + 9i	860	7 + 23i	924	25 + 9i	988	25 + 23i

Fig. 19

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

Fig. 20

Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión
1024	1 - 65i	1088	63 - 33i	1152	33 - 63i	1216	33 - 33i	1280	63 - 1i	1344	63 - 31i	1408	33 - 1i	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 - 1i	1346	61 - 31i	1410	35 - 1i	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 - 1i	1352	57 - 31i	1416	39 - 1i	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 - 1i	1354	59 - 31i	1418	37 - 1i	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 - 1i	1376	49 - 31i	1440	47 - 1i	1504	47 - 31i
1057	15 - 67i	1121	49 - 35i	1185	17 - 67i	1249	47 - 35i	1313	49 - 3i	1377	49 - 29i	1441	47 - 3i	1505	47 - 29i
1058	13 - 65i	1122	51 - 33i	1186	19 - 65i	1250	45 - 33i	1314	51 - 1i	1378	51 - 31i	1442	45 - 1i	1506	45 - 31i
1059	13 - 67i	1123	51 - 35i	1187	19 - 67i	1251	45 - 35i	1315	51 - 3i	1379	51 - 29i	1443	45 - 3i	1507	45 - 29i
1060	15 - 71i	1124	49 - 39i	1188	17 - 71i	1252	47 - 39i	1316	49 - 7i	1380	49 - 25i	1444	47 - 7i	1508	47 - 25i
1061	15 - 69i	1125	49 - 37i	1189	17 - 69i	1253	47 - 37i	1317	49 - 5i	1381	49 - 27i	1445	47 - 5i	1509	47 - 27i
1062	13 - 71i	1126	51 - 39i	1190	45 - 57i	1254	45 - 39i	1318	51 - 7i	1382	51 - 25i	1446	45 - 7i	1510	45 - 25i
1063	13 - 69i	1127	51 - 37i	1191	19 - 69i	1255	45 - 37i	1319	51 - 5i	1383	51 - 27i	1447	45 - 5i	1511	45 - 27i
1064	9 - 65i	1128	55 - 33i	1192	23 - 65i	1256	41 - 33i	1320	55 - 1i	1384	55 - 31i	1448	41 - 1i	1512	41 - 31i
1065	9 - 67i	1129	55 - 35i	1193	23 - 67i	1257	41 - 35i	1321	55 - 3i	1385	55 - 29i	1449	41 - 3i	1513	41 - 29i
1066	11 - 65i	1130	53 - 33i	1194	21 - 65i	1258	43 - 33i	1322	53 - 1i	1386	53 - 31i	1450	43 - 1i	1514	43 - 31i
1067	11 - 67i	1131	53 - 35i	1195	21 - 67i	1259	43 - 35i	1323	53 - 3i	1387	53 - 29i	1451	43 - 3i	1515	43 - 29i
1068	9 - 71i	1132	55 - 39i	1196	41 - 57i	1260	41 - 39i	1324	55 - 7i	1388	55 - 25i	1452	41 - 7i	1516	41 - 25i
1069	9 - 69i	1133	55 - 37i	1197	41 - 59i	1261	41 - 37i	1325	55 - 5i	1389	55 - 27i	1453	41 - 5i	1517	41 - 27i
1070	11 - 71i	1134	53 - 39i	1198	43 - 57i	1262	43 - 39i	1326	53 - 7i	1390	53 - 25i	1454	43 - 7i	1518	43 - 25i
1071	11 - 69i	1135	53 - 37i	1199	21 - 69i	1263	43 - 37i	1327	53 - 5i	1391	53 - 27i	1455	43 - 5i	1519	43 - 27i
1072	49 - 49i	1136	49 - 47i	1200	47 - 49i	1264	47 - 47i	1328	49 - 15i	1392	49 - 17i	1456	47 - 15i	1520	47 - 17i
1073	49 - 51i	1137	49 - 45i	1201	47 - 51i	1265	47 - 45i	1329	49 - 13i	1393	49 - 19i	1457	47 - 13i	1521	47 - 19i
1074	51 - 49i	1138	51 - 47i	1202	45 - 49i	1266	45 - 47i	1330	51 - 15i	1394	51 - 17i	1458	45 - 15i	1522	45 - 17i
1075	51 - 51i	1139	51 - 45i	1203	45 - 51i	1267	45 - 45i	1331	51 - 13i	1395	51 - 19i	1459	45 - 13i	1523	45 - 19i
1076	49 - 55i	1140	49 - 41i	1204	47 - 55i	1268	47 - 41i	1332	49 - 9i	1396	49 - 23i	1460	47 - 9i	1524	47 - 23i
1077	49 - 53i	1141	49 - 43i	1205	47 - 53i	1269	47 - 43i	1333	49 - 11i	1397	49 - 21i	1461	47 - 11i	1525	47 - 21i
1078	13 - 73i	1142	51 - 41i	1206	45 - 55i	1270	45 - 41i	1334	51 - 9i	1398	51 - 23i	1462	45 - 9i	1526	45 - 23i
1079	51 - 53i	1143	51 - 43i	1207	45 - 53i	1271	45 - 43i	1335	51 - 11i	1399	51 - 21i	1463	45 - 11i	1527	45 - 21i
1080	55 - 49i	1144	55 - 47i	1208	41 - 49i	1272	41 - 47i	1336	55 - 15i	1400	55 - 17i	1464	41 - 15i	1528	41 - 17i
1081	73 - 13i	1145	55 - 45i	1209	41 - 51i	1273	41 - 45i	1337	55 - 13i	1401	55 - 19i	1465	41 - 13i	1529	41 - 19i
1082	53 - 49i	1146	53 - 47i	1210	43 - 49i	1274	43 - 47i	1338	53 - 15i	1402	53 - 17i	1466	43 - 15i	1530	43 - 17i
1083	53 - 51i	1147	53 - 45i	1211	43 - 51i	1275	43 - 45i	1339	53 - 13i	1403	53 - 19i	1467	43 - 13i	1531	43 - 19i
1084	9 - 73i	1148	55 - 41i	1212	41 - 55i	1276	41 - 41i	1340	55 - 9i	1404	55 - 23i	1468	41 - 9i	1532	41 - 23i
1085	73 - 11i	1149	55 - 43i	1213	41 - 53i	1277	41 - 43i	1341	55 - 11i	1405	55 - 21i	1469	41 - 11i	1533	41 - 21i
1086	11 - 73i	1150	53 - 41i	1214	43 - 55i	1278	43 - 41i	1342	53 - 9i	1406	53 - 23i	1470	43 - 9i	1534	43 - 23i
1087	53 - 53i	1151	53 - 43i	1215	43 - 53i	1279	43 - 43i	1343	53 - 11i	1407	53 - 21i	1471	43 - 11i	1535	43 - 21i

Fig. 22

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

Fig. 23

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

Fig. 24

Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión
2048	-1 + 65i	2112	-63 + 33i	2176	-33 + 63i	2240	-33 + 33i	2304	-63 + 1i	2368	-63 + 31i	2432	-33 + 1i	2496	-33 + 31i
2049	-65 + 3i	2113	-65 + 29i	2177	-33 + 61i	2241	-33 + 35i	2305	-63 + 3i	2369	-63 + 29i	2433	-33 + 3i	2497	-33 + 29i
2050	-3 + 65i	2114	-61 + 33i	2178	-29 + 65i	2242	-35 + 33i	2306	-61 + 1i	2370	-61 + 31i	2434	-35 + 1i	2498	-35 + 31i
2051	-3 + 67i	2115	-61 + 35i	2179	-35 + 61i	2243	-35 + 35i	2307	-61 + 3i	2371	-61 + 29i	2435	-35 + 3i	2499	-35 + 29i
2052	-65 + 7i	2116	-65 + 25i	2180	-33 + 57i	2244	-33 + 39i	2308	-63 + 7i	2372	-63 + 25i	2436	-33 + 7i	2500	-33 + 25i
2053	-65 + 5i	2117	-65 + 27i	2181	-33 + 59i	2245	-33 + 37i	2309	-63 + 5i	2373	-63 + 27i	2437	-33 + 5i	2501	-33 + 27i
2054	-67 + 7i	2118	-67 + 25i	2182	-35 + 57i	2246	-35 + 39i	2310	-61 + 7i	2374	-61 + 25i	2438	-35 + 7i	2502	-35 + 25i
2055	-67 + 5i	2119	-61 + 37i	2183	-35 + 59i	2247	-35 + 37i	2311	-61 + 5i	2375	-61 + 27i	2439	-35 + 5i	2503	-35 + 27i
2056	-7 + 65i	2120	-57 + 33i	2184	-25 + 65i	2248	-39 + 33i	2312	-57 + 1i	2376	-57 + 31i	2440	-39 + 1i	2504	-39 + 31i
2057	-7 + 67i	2121	-57 + 35i	2185	-25 + 67i	2249	-39 + 35i	2313	-57 + 3i	2377	-57 + 29i	2441	-39 + 3i	2505	-39 + 29i
2058	-5 + 65i	2122	-59 + 33i	2186	-27 + 65i	2250	-37 + 33i	2314	-59 + 1i	2378	-59 + 31i	2442	-37 + 1i	2506	-37 + 31i
2059	-5 + 67i	2123	-59 + 35i	2187	-37 + 61i	2251	-37 + 35i	2315	-59 + 3i	2379	-59 + 29i	2443	-37 + 3i	2507	-37 + 29i
2060	-7 + 71i	2124	-57 + 39i	2188	-39 + 57i	2252	-39 + 39i	2316	-57 + 7i	2380	-57 + 25i	2444	-39 + 7i	2508	-39 + 25i
2061	-7 + 69i	2125	-57 + 37i	2189	-39 + 59i	2253	-39 + 37i	2317	-57 + 5i	2381	-57 + 27i	2445	-39 + 5i	2509	-39 + 27i
2062	-69 + 7i	2126	-59 + 39i	2190	-37 + 57i	2254	-37 + 39i	2318	-59 + 7i	2382	-59 + 25i	2446	-37 + 7i	2510	-37 + 25i
2063	-5 + 69i	2127	-59 + 37i	2191	-37 + 59i	2255	-37 + 37i	2319	-59 + 5i	2383	-59 + 27i	2447	-37 + 5i	2511	-37 + 27i
2064	-65 + 15i	2128	-65 + 17i	2192	-33 + 49i	2256	-33 + 47i	2320	-63 + 15i	2384	-63 + 17i	2448	-33 + 15i	2512	-33 + 17i
2065	-65 + 13i	2129	-65 + 19i	2193	-33 + 51i	2257	-33 + 45i	2321	-63 + 13i	2385	-63 + 19i	2449	-33 + 13i	2513	-33 + 19i
2066	-67 + 15i	2130	-67 + 17i	2194	-35 + 49i	2258	-35 + 47i	2322	-61 + 15i	2386	-61 + 17i	2450	-35 + 15i	2514	-35 + 17i
2067	-67 + 13i	2131	-67 + 19i	2195	-35 + 51i	2259	-35 + 45i	2323	-61 + 13i	2387	-61 + 19i	2451	-35 + 13i	2515	-35 + 19i
2068	-65 + 9i	2132	-65 + 23i	2196	-33 + 55i	2260	-33 + 41i	2324	-63 + 9i	2388	-63 + 23i	2452	-33 + 9i	2516	-33 + 23i
2069	-65 + 11i	2133	-65 + 21i	2197	-33 + 53i	2261	-33 + 43i	2325	-63 + 11i	2389	-63 + 21i	2453	-33 + 11i	2517	-33 + 21i
2070	-67 + 9i	2134	-67 + 23i	2198	-35 + 55i	2262	-35 + 41i	2326	-61 + 9i	2390	-61 + 23i	2454	-35 + 9i	2518	-35 + 23i
2071	-67 + 11i	2135	-67 + 21i	2199	-35 + 53i	2263	-35 + 43i	2327	-61 + 11i	2391	-61 + 21i	2455	-35 + 11i	2519	-35 + 21i
2072	-71 + 15i	2136	-71 + 17i	2200	-39 + 49i	2264	-39 + 47i	2328	-57 + 15i	2392	-57 + 17i	2456	-39 + 15i	2520	-39 + 17i
2073	-71 + 13i	2137	-57 + 45i	2201	-39 + 51i	2265	-39 + 45i	2329	-57 + 13i	2393	-57 + 19i	2457	-39 + 13i	2521	-39 + 19i
2074	-69 + 15i	2138	-69 + 17i	2202	-37 + 49i	2266	-37 + 47i	2330	-59 + 15i	2394	-59 + 17i	2458	-37 + 15i	2522	-37 + 17i
2075	-69 + 13i	2139	-69 + 19i	2203	-37 + 51i	2267	-37 + 45i	2331	-59 + 13i	2395	-59 + 19i	2459	-37 + 13i	2523	-37 + 19i
2076	-71 + 9i	2140	-57 + 41i	2204	-39 + 55i	2268	-39 + 41i	2332	-57 + 9i	2396	-57 + 23i	2460	-39 + 9i	2524	-39 + 23i
2077	-71 + 11i	2141	-57 + 43i	2205	-39 + 53i	2269	-39 + 43i	2333	-57 + 11i	2397	-57 + 21i	2461	-39 + 11i	2525	-39 + 21i
2078	-69 + 9i	2142	-59 + 41i	2206	-37 + 55i	2270	-37 + 41i	2334	-59 + 9i	2398	-59 + 23i	2462	-37 + 9i	2526	-37 + 23i
2079	-69 + 11i	2143	-69 + 21i	2207	-37 + 53i	2271	-37 + 43i	2335	-59 + 11i	2399	-59 + 21i	2463	-37 + 11i	2527	-37 + 21i
2080	-15 + 65i	2144	-49 + 33i	2208	-17 + 65i	2272	-47 + 33i	2336	-49 + 1i	2400	-49 + 31i	2464	-47 + 1i	2528	-47 + 31i

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	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión
2560	-1 + 63i	2624	-1 + 33i	2688	-31 + 63i	2752	-31 + 33i	2816	-1 + 1i	2880	-1 + 31i	2944	-31 + 1i	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 + 1i	2882	-3 + 31i	2946	-29 + 1i	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 + 1i	2888	-7 + 31i	2952	-25 + 1i	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 + 1i	2890	-5 + 31i	2954	-27 + 1i	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 + 53i	2655	-5 + 43i	2719	-27 + 53i	2783	-27 + 43i	2847	-5 + 11i	2911	-5 + 21i	2975	-27 + 11i	3039	-27 + 21i
2592	-15 + 63i	2656	-15 + 33i	2720	-17 + 63i	2784	-17 + 33i	2848	-15 + 1i	2912	-15 + 31i	2976	-17 + 1i	3040	-17 + 31i
2593	-15 + 61i	2657	-15 + 35i	2721	-17 + 61i	2785	-17 + 35i	2849	-15 + 3i	2913	-15 + 29i	2977	-17 + 3i	3041	-17 + 29i
2594	-13 + 63i	2658	-13 + 33i	2722	-19 + 63i	2786	-19 + 33i	2850	-13 + 1i	2914	-13 + 31i	2978	-19 + 1i	3042	-19 + 31i
2595	-13 + 61i	2659	-13 + 35i	2723	-19 + 61i	2787	-19 + 35i	2851	-13 + 3i	2915	-13 + 29i	2979	-19 + 3i	3043	-19 + 29i
2596	-15 + 57i	2660	-15 + 39i	2724	-17 + 57i	2788	-17 + 39i	2852	-15 + 7i	2916	-15 + 25i	2980	-17 + 7i	3044	-17 + 25i
2597	-15 + 59i	2661	-15 + 37i	2725	-17 + 59i	2789	-17 + 37i	2853	-15 + 5i	2917	-15 + 27i	2981	-17 + 5i	3045	-17 + 27i
2598	-13 + 57i	2662	-13 + 39i	2726	-19 + 57i	2790	-19 + 39i	2854	-13 + 7i	2918	-13 + 25i	2982	-19 + 7i	3046	-19 + 25i
2599	-13 + 59i	2663	-13 + 37i	2727	-19 + 59i	2791	-19 + 37i	2855	-13 + 5i	2919	-13 + 27i	2983	-19 + 5i	3047	-19 + 27i
2600	-9 + 63i	2664	-9 + 33i	2728	-23 + 63i	2792	-23 + 33i	2856	-9 + 1i	2920	-9 + 31i	2984	-23 + 1i	3048	-23 + 31i
2601	-9 + 61i	2665	-9 + 35i	2729	-23 + 61i	2793	-23 + 35i	2857	-9 + 3i	2921	-9 + 29i	2985	-23 + 3i	3049	-23 + 29i
2602	-11 + 63i	2666	-11 + 33i	2730	-21 + 63i	2794	-21 + 33i	2858	-11 + 1i	2922	-11 + 31i	2986	-21 + 1i	3050	-21 + 31i
2603	-11 + 61i	2667	-11 + 35i	2731	-21 + 61i	2795	-21 + 35i	2859	-11 + 3i	2923	-11 + 29i	2987	-21 + 3i	3051	-21 + 29i
2604	-9 + 57i	2668	-9 + 39i	2732	-23 + 57i	2796	-23 + 39i	2860	-9 + 7i	2924	-9 + 25i	2988	-23 + 7i	3052	-23 + 25i
2605	-9 + 59i	2669	-9 + 37i	2733	-23 + 59i	2797	-23 + 37i	2861	-9 + 5i	2925	-9 + 27i	2989	-23 + 5i	3053	-23 + 27i
2606	-11 + 57i	2670	-11 + 39i	2734	-21 + 57i	2798	-21 + 39i	2862	-11 + 7i	2926	-11 + 25i	2990	-21 + 7i	3054	-21 + 25i
2607	-11 + 59i	2671	-11 + 37i	2735	-21 + 59i	2799	-21 + 37i	2863	-11 + 5i	2927	-11 + 27i	2991	-21 + 5i	3055	-21 + 27i
2608	-15 + 49i	2672	-15 + 47i	2736	-17 + 49i	2800	-17 + 47i	2864	-15 + 15i	2928	-15 + 17i	2992	-17 + 15i	3056	-17 + 17i
2609	-15 + 51i	2673	-15 + 45i	2737	-17 + 51i	2801	-17 + 45i	2865	-15 + 13i	2929	-15 + 19i	2993	-17 + 13i	3057	-17 + 19i
2610	-13 + 49i	2674	-13 + 47i	2738	-19 + 49i	2802	-19 + 47i	2866	-13 + 15i	2930	-13 + 17i	2994	-19 + 15i	3058	-19 + 17i
2611	-13 + 51i	2675	-13 + 45i	2739	-19 + 51i	2803	-19 + 45i	2867	-13 + 13i	2931	-13 + 19i	2995	-19 + 13i	3059	-19 + 19i
2612	-15 + 55i	2676	-15 + 41i	2740	-17 + 55i	2804	-17 + 41i	2868	-15 + 9i	2932	-15 + 23i	2996	-17 + 9i	3060	-17 + 23i
2613	-15 + 53i	2677	-15 + 43i	2741	-17 + 53i	2805	-17 + 43i	2869	-15 + 11i	2933	-15 + 21i	2997	-17 + 11i	3061	-17 + 21i
2614	-13 + 55i	2678	-13 + 41i	2742	-19 + 55i	2806	-19 + 41i	2870	-13 + 9i	2934	-13 + 23i	2998	-19 + 9i	3062	-19 + 23i
2615	-13 + 53i	2679	-13 + 43i	2743	-19 + 53i	2807	-19 + 43i	2871	-13 + 11i	2935	-13 + 21i	2999	-19 + 11i	3063	-19 + 21i
2616	-9 + 49i	2680	-9 + 47i	2744	-23 + 49i	2808	-23 + 47i	2872	-9 + 15i	2936	-9 + 17i	3000	-23 + 15i	3064	-23 + 17i
2617	-9 + 51i	2681	-9 + 45i	2745	-23 + 51i	2809	-23 + 45i	2873	-9 + 13i	2937	-9 + 19i	3001	-23 + 13i	3065	-23 + 19i
2618	-11 + 49i	2682	-11 + 47i	2746	-21 + 49i	2810	-21 + 47i	2874	-11 + 15i	2938	-11 + 17i	3002	-21 + 15i	3066	-21 + 17i
2619	-11 + 51i	2683	-11 + 45i	2747	-21 + 51i	2811	-21 + 45i	2875	-11 + 13i	2939	-11 + 19i	3003	-21 + 13i	3067	-21 + 19i
2620	-9 + 55i	2684	-9 + 41i	2748	-23 + 55i	2812	-23 + 41i	2876	-9 + 9i	2940	-9 + 23i	3004	-23 + 9i	3068	-23 + 23i
2621	-9 + 53i	2685	-9 + 43i	2749	-23 + 53i	2813	-23 + 43i	2877	-9 + 11i	2941	-9 + 21i	3005	-23 + 11i	3069	-23 + 21i
2622	-11 + 55i	2686	-11 + 41i	2750	-21 + 55i	2814	-21 + 41i	2878	-11 + 9i	2942	-11 + 23i	3006	-21 + 9i	3070	-21 + 23i
2623	-11 + 53i	2687	-11 + 43i	2751	-21 + 53i	2815	-21 + 43i	2879	-11 + 11i	2943	-11 + 21i	3007	-21 + 11i	3071	-21 + 21i

Fig. 28

Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión
3072	-65 - 1i	3136	-63 - 33i	3200	-33 - 63i	3264	-33 - 33i	3328	-63 - 1i	3392	-63 - 31i	3456	-33 - 1i	3520	-33 - 31i
3073	-65 - 3i	3137	-65 - 29i	3201	-33 - 61i	3265	-33 - 35i	3329	-63 - 3i	3393	-63 - 29i	3457	-33 - 3i	3521	-33 - 29i
3074	-3 - 65i	3138	-61 - 33i	3202	-29 - 65i	3266	-35 - 33i	3330	-61 - 1i	3394	-61 - 31i	3458	-35 - 1i	3522	-35 - 31i
3075	-67 - 3i	3139	-61 - 35i	3203	-35 - 61i	3267	-35 - 35i	3331	-61 - 3i	3395	-61 - 29i	3459	-35 - 3i	3523	-35 - 29i
3076	-65 - 7i	3140	-65 - 25i	3204	-33 - 57i	3268	-33 - 39i	3332	-63 - 7i	3396	-63 - 25i	3460	-33 - 7i	3524	-33 - 25i
3077	-65 - 5i	3141	-65 - 27i	3205	-33 - 59i	3269	-33 - 37i	3333	-63 - 5i	3397	-63 - 27i	3461	-33 - 5i	3525	-33 - 27i
3078	-67 - 7i	3142	-67 - 25i	3206	-35 - 57i	3270	-35 - 39i	3334	-61 - 7i	3398	-61 - 25i	3462	-35 - 7i	3526	-35 - 25i
3079	-67 - 5i	3143	-61 - 37i	3207	-35 - 59i	3271	-35 - 37i	3335	-61 - 5i	3399	-61 - 27i	3463	-35 - 5i	3527	-35 - 27i
3080	-7 - 65i	3144	-57 - 33i	3208	-25 - 65i	3272	-39 - 33i	3336	-57 - 1i	3400	-57 - 31i	3464	-39 - 1i	3528	-39 - 31i
3081	-7 - 67i	3145	-57 - 35i	3209	-25 - 67i	3273	-39 - 35i	3337	-57 - 3i	3401	-57 - 29i	3465	-39 - 3i	3529	-39 - 29i
3082	-5 - 65i	3146	-59 - 33i	3210	-27 - 65i	3274	-37 - 33i	3338	-59 - 1i	3402	-59 - 31i	3466	-37 - 1i	3530	-37 - 31i
3083	-5 - 67i	3147	-59 - 35i	3211	-37 - 61i	3275	-37 - 35i	3339	-59 - 3i	3403	-59 - 29i	3467	-37 - 3i	3531	-37 - 29i
3084	-71 - 7i	3148	-57 - 39i	3212	-39 - 57i	3276	-39 - 39i	3340	-57 - 7i	3404	-57 - 25i	3468	-39 - 7i	3532	-39 - 25i
3085	-7 - 69i	3149	-57 - 37i	3213	-39 - 59i	3277	-39 - 37i	3341	-57 - 5i	3405	-57 - 27i	3469	-39 - 5i	3533	-39 - 27i
3086	-69 - 7i	3150	-59 - 39i	3214	-37 - 57i	3278	-37 - 39i	3342	-59 - 7i	3406	-59 - 25i	3470	-37 - 7i	3534	-37 - 25i
3087	-69 - 5i	3151	-59 - 37i	3215	-37 - 59i	3279	-37 - 37i	3343	-59 - 5i	3407	-59 - 27i	3471	-37 - 5i	3535	-37 - 27i
3088	-65 - 15i	3152	-65 - 17i	3216	-33 - 49i	3280	-33 - 47i	3344	-63 - 15i	3408	-63 - 17i	3472	-33 - 15i	3536	-33 - 17i
3089	-65 - 13i	3153	-65 - 19i	3217	-33 - 51i	3281	-33 - 45i	3345	-63 - 13i	3409	-63 - 19i	3473	-33 - 13i	3537	-33 - 19i
3090	-67 - 15i	3154	-67 - 17i	3218	-35 - 49i	3282	-35 - 47i	3346	-61 - 15i	3410	-61 - 17i	3474	-35 - 15i	3538	-35 - 17i
3091	-67 - 13i	3155	-67 - 19i	3219	-35 - 51i	3283	-35 - 45i	3347	-61 - 13i	3411	-61 - 19i	3475	-35 - 13i	3539	-35 - 19i
3092	-65 - 9i	3156	-65 - 23i	3220	-33 - 55i	3284	-33 - 41i	3348	-63 - 9i	3412	-63 - 23i	3476	-33 - 9i	3540	-33 - 23i
3093	-65 - 11i	3157	-65 - 21i	3221	-33 - 53i	3285	-33 - 43i	3349	-63 - 11i	3413	-63 - 21i	3477	-33 - 11i	3541	-33 - 21i
3094	-67 - 9i	3158	-67 - 23i	3222	-35 - 55i	3286	-35 - 41i	3350	-61 - 9i	3414	-61 - 23i	3478	-35 - 9i	3542	-35 - 23i
3095	-67 - 11i	3159	-67 - 21i	3223	-35 - 53i	3287	-35 - 43i	3351	-61 - 11i	3415	-61 - 21i	3479	-35 - 11i	3543	-35 - 21i
3096	-71 - 15i	3160	-71 - 17i	3224	-39 - 49i	3288	-39 - 47i	3352	-57 - 15i	3416	-57 - 17i	3480	-39 - 15i	3544	-39 - 17i
3097	-71 - 13i	3161	-57 - 45i	3225	-39 - 51i	3289	-39 - 45i	3353	-57 - 13i	3417	-57 - 19i	3481	-39 - 13i	3545	-39 - 19i
3098	-69 - 15i	3162	-69 - 17i	3226	-37 - 49i	3290	-37 - 47i	3354	-59 - 15i	3418	-59 - 17i	3482	-37 - 15i	3546	-37 - 17i
3099	-69 - 13i	3163	-69 - 19i	3227	-37 - 51i	3291	-37 - 45i	3355	-59 - 13i	3419	-59 - 19i	3483	-37 - 13i	3547	-37 - 19i
3100	-71 - 9i	3164	-57 - 41i	3228	-39 - 55i	3292	-39 - 41i	3356	-57 - 9i	3420	-57 - 23i	3484	-39 - 9i	3548	-39 - 23i

Fig. 29

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

Fig. 30

Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión	Valor	Dispersión
3584	-1 - 63i	3648	-1 - 33i	3712	-31 - 63i	3776	-31 - 33i	3840	-1 - 1i	3904	-1 - 31i	3968	-31 - 1i	4032	-31 - 31i
3585	-1 - 61i	3649	-1 - 35i	3713	-31 - 61i	3777	-31 - 35i	3841	-1 - 3i	3905	-1 - 29i	3969	-31 - 3i	4033	-31 - 29i
3586	-3 - 63i	3650	-3 - 33i	3714	-29 - 63i	3778	-29 - 33i	3842	-3 - 1i	3906	-3 - 31i	3970	-29 - 1i	4034	-29 - 31i
3587	-3 - 61i	3651	-3 - 35i	3715	-29 - 61i	3779	-29 - 35i	3843	-3 - 3i	3907	-3 - 29i	3971	-29 - 3i	4035	-29 - 29i
3588	-1 - 57i	3652	-1 - 39i	3716	-31 - 57i	3780	-31 - 39i	3844	-1 - 7i	3908	-1 - 25i	3972	-31 - 7i	4036	-31 - 25i
3589	-1 - 59i	3653	-1 - 37i	3717	-31 - 59i	3781	-31 - 37i	3845	-1 - 5i	3909	-1 - 27i	3973	-31 - 5i	4037	-31 - 27i
3590	-3 - 57i	3654	-3 - 39i	3718	-29 - 57i	3782	-29 - 39i	3846	-3 - 7i	3910	-3 - 25i	3974	-29 - 7i	4038	-29 - 25i
3591	-3 - 59i	3655	-3 - 37i	3719	-29 - 59i	3783	-29 - 37i	3847	-3 - 5i	3911	-3 - 27i	3975	-29 - 5i	4039	-29 - 27i
3592	-7 - 63i	3656	-7 - 33i	3720	-25 - 63i	3784	-25 - 33i	3848	-7 - 1i	3912	-7 - 31i	3976	-25 - 1i	4040	-25 - 31i
3593	-7 - 61i	3657	-7 - 35i	3721	-25 - 61i	3785	-25 - 35i	3849	-7 - 3i	3913	-7 - 29i	3977	-25 - 3i	4041	-25 - 29i
3594	-5 - 63i	3658	-5 - 33i	3722	-27 - 63i	3786	-27 - 33i	3850	-5 - 1i	3914	-5 - 31i	3978	-27 - 1i	4042	-27 - 31i
3595	-5 - 61i	3659	-5 - 35i	3723	-27 - 61i	3787	-27 - 35i	3851	-5 - 3i	3915	-5 - 29i	3979	-27 - 3i	4043	-27 - 29i
3596	-7 - 57i	3660	-7 - 39i	3724	-25 - 57i	3788	-25 - 39i	3852	-7 - 7i	3916	-7 - 25i	3980	-25 - 7i	4044	-25 - 25i
3597	-7 - 59i	3661	-7 - 37i	3725	-25 - 59i	3789	-25 - 37i	3853	-7 - 5i	3917	-7 - 27i	3981	-25 - 5i	4045	-25 - 27i
3598	-5 - 57i	3662	-5 - 39i	3726	-27 - 57i	3790	-27 - 39i	3854	-5 - 7i	3918	-5 - 25i	3982	-27 - 7i	4046	-27 - 25i
3599	-5 - 59i	3663	-5 - 37i	3727	-27 - 59i	3791	-27 - 37i	3855	-5 - 5i	3919	-5 - 27i	3983	-27 - 5i	4047	-27 - 27i
3600	-1 - 49i	3664	-1 - 47i	3728	-31 - 49i	3792	-31 - 47i	3856	-1 - 15i	3920	-1 - 17i	3984	-31 - 15i	4048	-31 - 17i
3601	-1 - 51i	3665	-1 - 45i	3729	-31 - 51i	3793	-31 - 45i	3857	-1 - 13i	3921	-1 - 19i	3985	-31 - 13i	4049	-31 - 19i
3602	-3 - 49i	3666	-3 - 47i	3730	-29 - 49i	3794	-29 - 47i	3858	-3 - 15i	3922	-3 - 17i	3986	-29 - 15i	4050	-29 - 17i
3603	-3 - 51i	3667	-3 - 45i	3731	-29 - 51i	3795	-29 - 45i	3859	-3 - 13i	3923	-3 - 19i	3987	-29 - 13i	4051	-29 - 19i
3604	-1 - 55i	3668	-1 - 41i	3732	-31 - 55i	3796	-31 - 41i	3860	-1 - 9i	3924	-1 - 23i	3988	-31 - 9i	4052	-31 - 23i
3605	-1 - 53i	3669	-1 - 43i	3733	-31 - 53i	3797	-31 - 43i	3861	-1 - 11i	3925	-1 - 21i	3989	-31 - 11i	4053	-31 - 21i
3606	-3 - 55i	3670	-3 - 41i	3734	-29 - 55i	3798	-29 - 41i	3862	-3 - 9i	3926	-3 - 23i	3990	-29 - 9i	4054	-29 - 23i
3607	-3 - 53i	3671	-3 - 43i	3735	-29 - 53i	3799	-29 - 43i	3863	-3 - 11i	3927	-3 - 21i	3991	-29 - 11i	4055	-29 - 21i
3608	-7 - 49i	3672	-7 - 47i	3736	-25 - 49i	3800	-25 - 47i	3864	-7 - 15i	3928	-7 - 17i	3992	-25 - 15i	4056	-25 - 17i
3609	-7 - 51i	3673	-7 - 45i	3737	-25 - 51i	3801	-25 - 45i	3865	-7 - 13i	3929	-7 - 19i	3993	-25 - 13i	4057	-25 - 19i
3610	-5 - 49i	3674	-5 - 47i	3738	-27 - 49i	3802	-27 - 47i	3866	-5 - 15i	3930	-5 - 17i	3994	-27 - 15i	4058	-27 - 17i
3611	-5 - 51i	3675	-5 - 45i	3739	-27 - 51i	3803	-27 - 45i	3867	-5 - 13i	3931	-5 - 19i	3995	-27 - 13i	4059	-27 - 19i
3612	-7 - 55i	3676	-7 - 41i	3740	-25 - 55i	3804	-25 - 41i	3868	-7 - 9i	3932	-7 - 23i	3996	-25 - 9i	4060	-25 - 23i
3613	-7 - 53i	3677	-7 - 43i	3741	-25 - 53i	3805	-25 - 43i	3869	-7 - 11i	3933	-7 - 21i	3997	-25 - 11i	4061	-25 - 21i
3614	-5 - 55i	3678	-5 - 41i	3742	-27 - 55i	3806	-27 - 41i	3870	-5 - 9i	3934	-5 - 23i	3998	-27 - 9i	4062	-27 - 23i
3615	-5 - 53i	3679	-5 - 43i	3743	-27 - 53i	3807	-27 - 43i	3871	-5 - 11i	3935	-5 - 21i	3999	-27 - 11i	4063	-27 - 21i

Fig. 31

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

Fig. 32

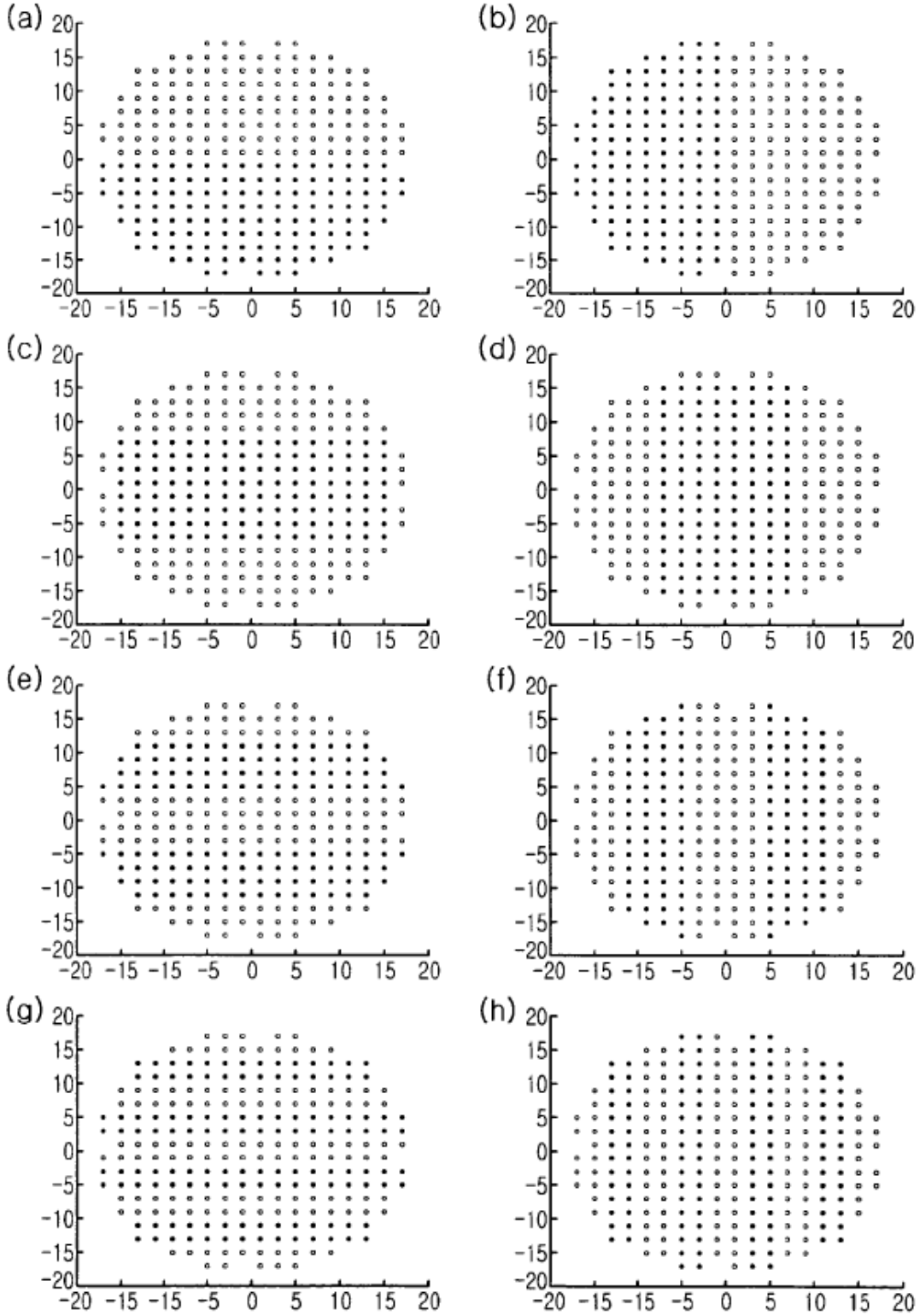


Fig. 33

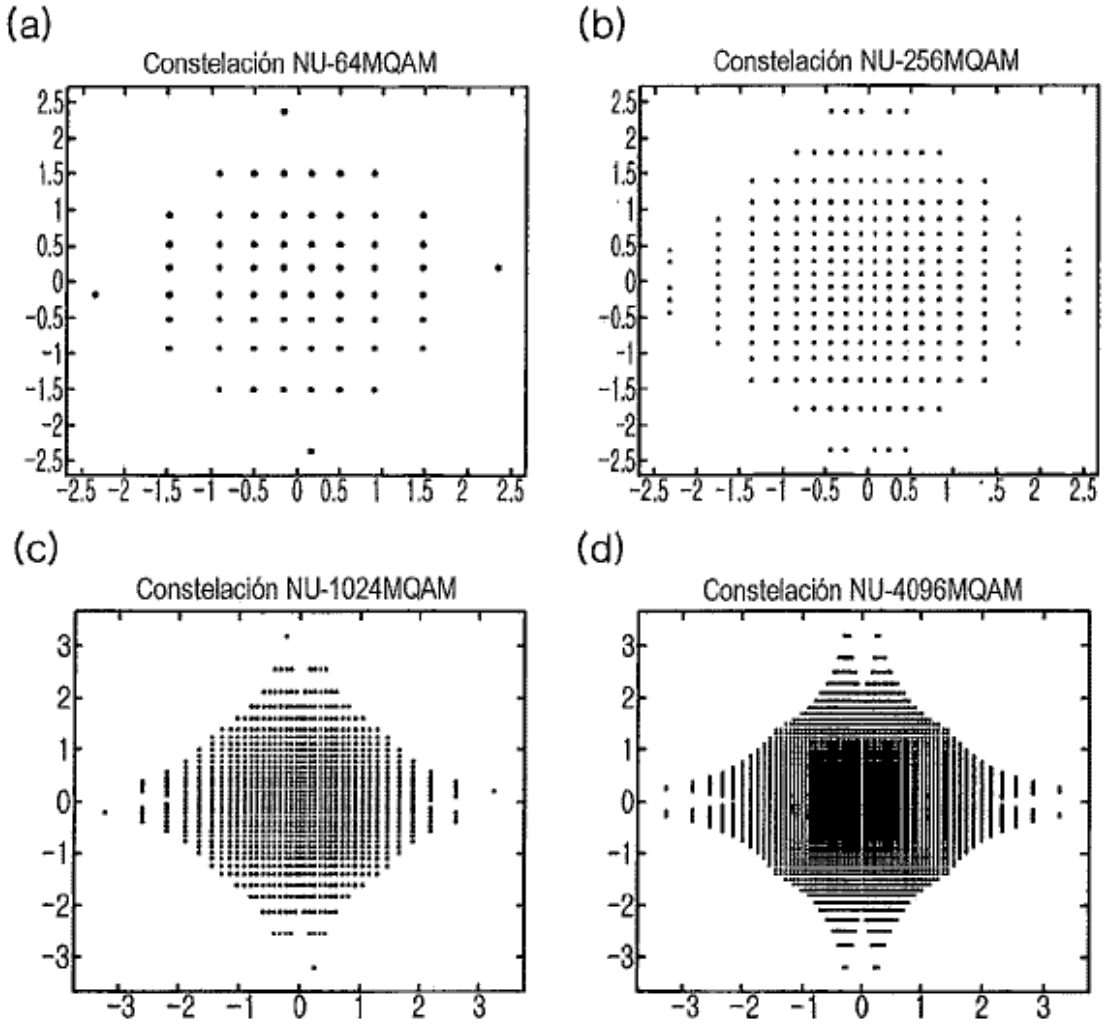

(a)
Constelación NU-64MQAM
(b)
Constelación NU-256MQAM
(c)
Constelación NU-1024MQAM
(d)
Constelación NU-4096MQAM

Fig. 34

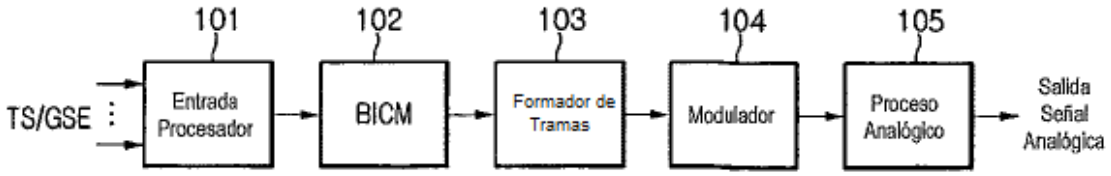

101
102
103
104
105
TS/GSE
Entrada Procesador
BICM
Formador de Tramas
Modulador
Proceso Analógico
Salida Señal Analógica

Fig. 35

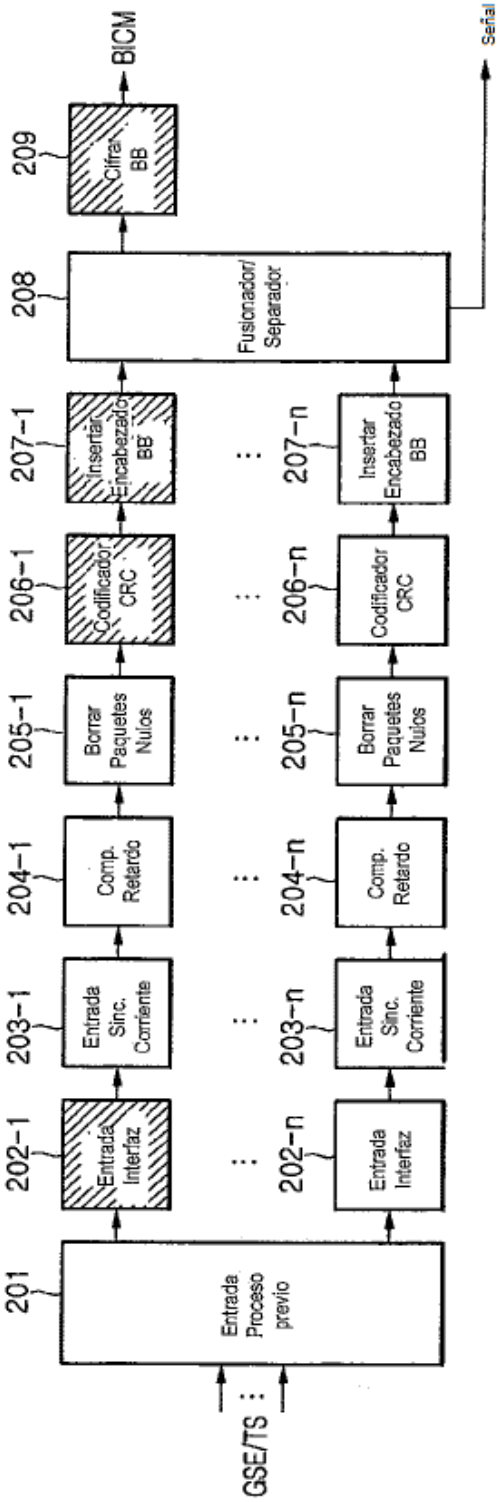

GSE/TS
201
Entrada Proceso previo
202-1
Entrada Interfaz
202-n
Entrada Interfaz
203-1
Entrada Sinc. Corriente
203-n
Entrada Sinc. Corriente
204-1
Comp. Retardo
204-n
Comp. Retardo
205-1
Borrar Paquetes Nulos
205-n
Borrar Paquetes Nulos
206-1
Codificador CRC
206-n
Codificador CRC
207-1
Insertar Encabezado BB
207-n
Insertar Encabezado BB
208
Fusionador/ Separador
209
Cifrar BB
BICM
Señal

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 = simple 0 = múltiple	1 = CCM 0 = ACM	1 = activo 0 = no activo	1= activo 0 = no activo	Reservado para uso futuro

Campo	Tamaño (Bytes)	Descripción
MATYPE	2	Tal como se ha descrito anteriormente
UPL	2	Longitud del Paquete del Usuario en bits, en el rango [0,65535]
DFL	2	Longitud del Campo de Datos, en el rango [0,53760]
SYNC	1	Una copia del Paquete de Usuario de Sinc. de bytes
SYNCD	2	La distancia en bits desde el inicio del DATA FIELD al primer UP completo del campo de datos. SYNCD=0_D significa que el primer UP está alineado con el inicio del Campo de Datos. SYNCD= 65535_D signififca que ningún UP empieza en DATA FIELD.
CRC-8 MODE	1	El XOR del campo CRC-8 (1 byte) con el campo MODE (1 byte). CRC-8 es el código de detección del error aplicado a los primeros 9 bytes del BBHEADER. MODE (8 bits) ha de ser: • 0_D Modo Normal • 1_D Modo de Alta Eficiencia • Otros valores: reservado para uso futuro.

Fig. 37

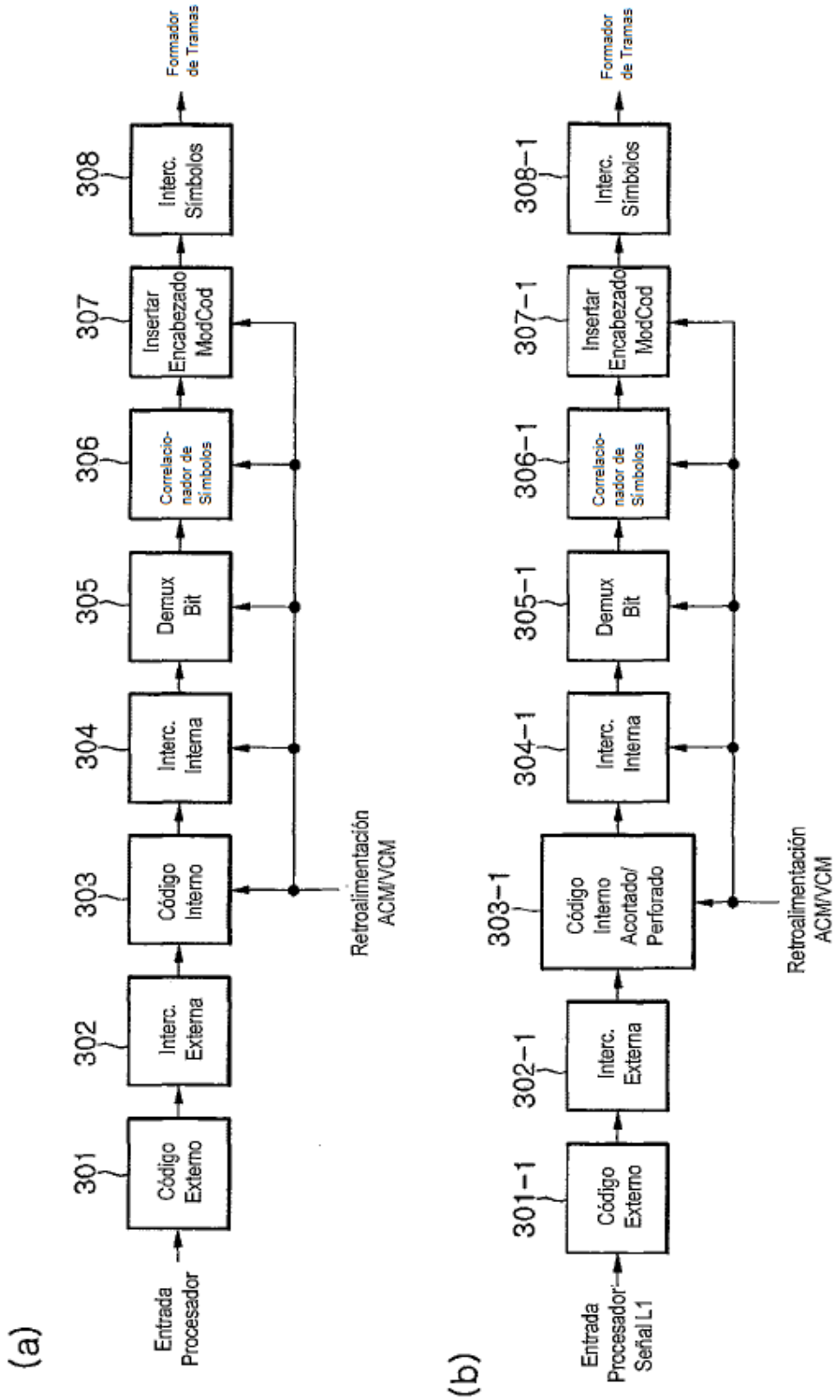

(a)
Entrada Procesador
301
Código Externo
302
Interc. Externa
303
Código Interno
304
Interc. Interna
305
Demux Bit
306
Correlacio-nador de Símbolos
307
Insertar Encabezado ModCod
308
Interc. Símbolos
Formador de Tramas
Retroalimentación ACM/VCM
(b)
Entrada Procesador Señal L1
301-1
Código Externo
302-1
Interc. Externa
303-1
Código Interno Acortado/ Perforado
304-1
Interc. Interna
305-1
Demux Bit
306-1
Correlacio-nador de Símbolos
307-1
Insertar Encabezado ModCod
308-1
Interc. Símbolos
Formador de Tramas
Retroalimentación ACM/VCM

Fig. 38

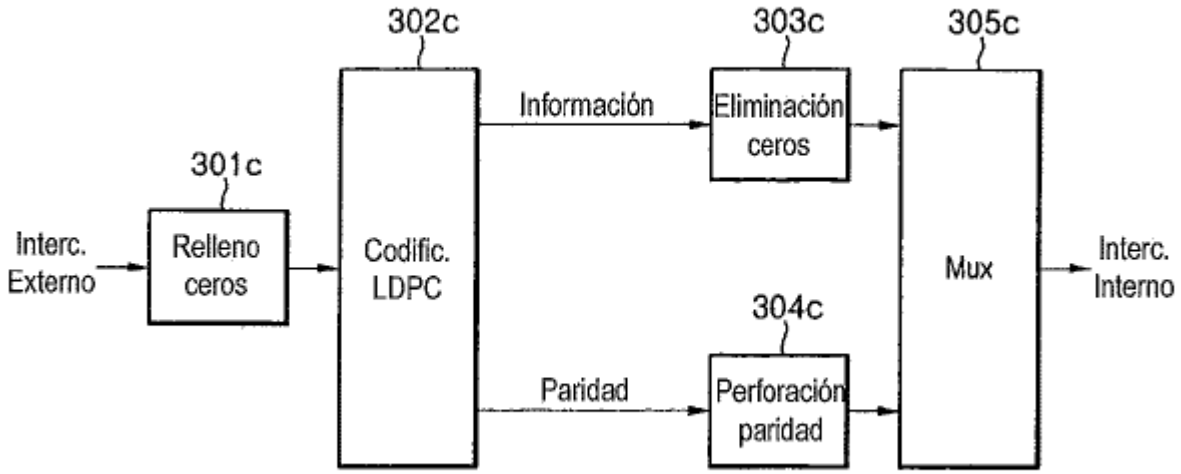


Fig. 39

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

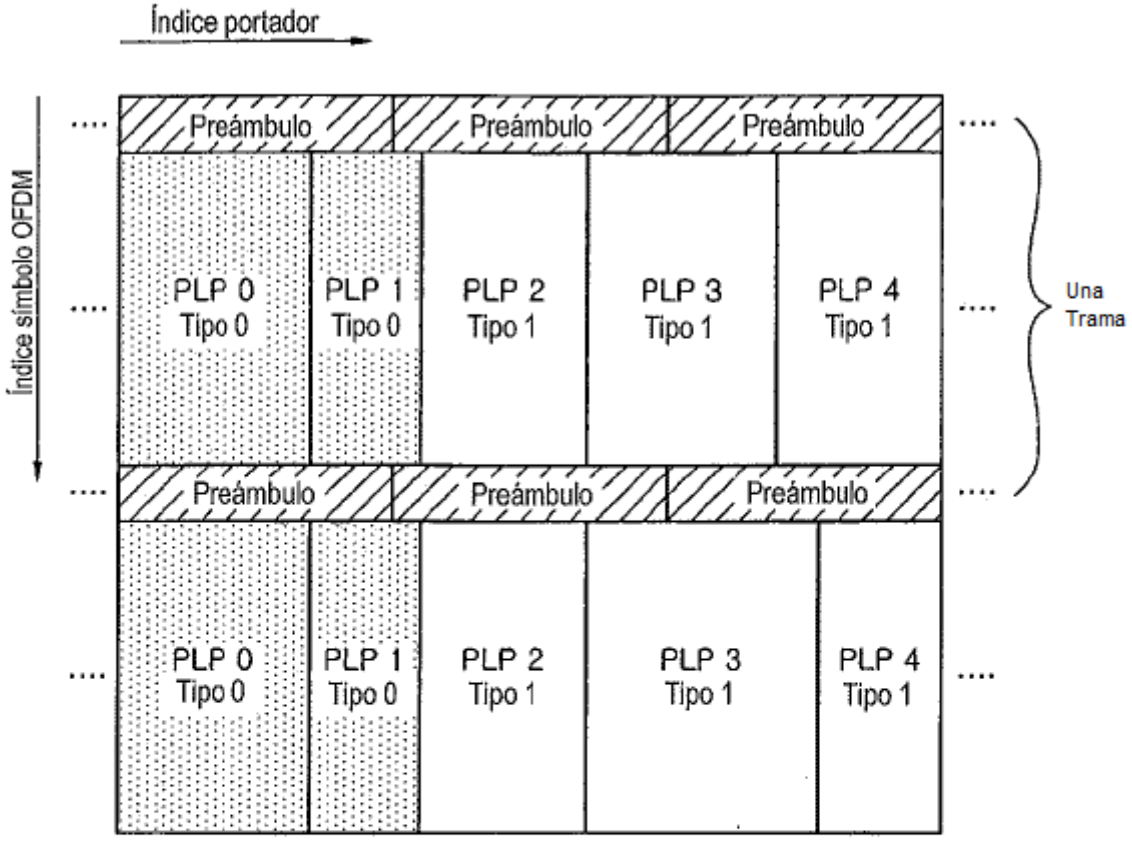

Índice portador
Índice símbolo OFDM
Preámbulo
Preámbulo
Preámbulo
PLP 0
Tipo 0
PLP 1
Tipo 0
PLP 2
Tipo 1
PLP 3
Tipo 1
PLP 4
Tipo 1
Una
Trama
Preámbulo
Preámbulo
Preámbulo
PLP 0
Tipo 0
PLP 1
Tipo 0
PLP 2
Tipo 1
PLP 3
Tipo 1
PLP 4
Tipo 1

Fig. 42

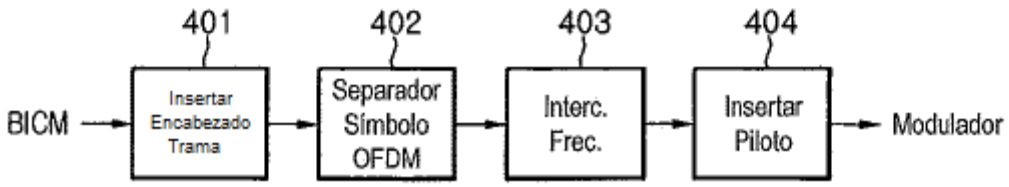

401
402
403
404
BICM
Insertar
Encabezado
Trama
Separador
Símbolo
OFDM
Interc.
Frec.
Insertar
Piloto
Modulador

Fig. 43

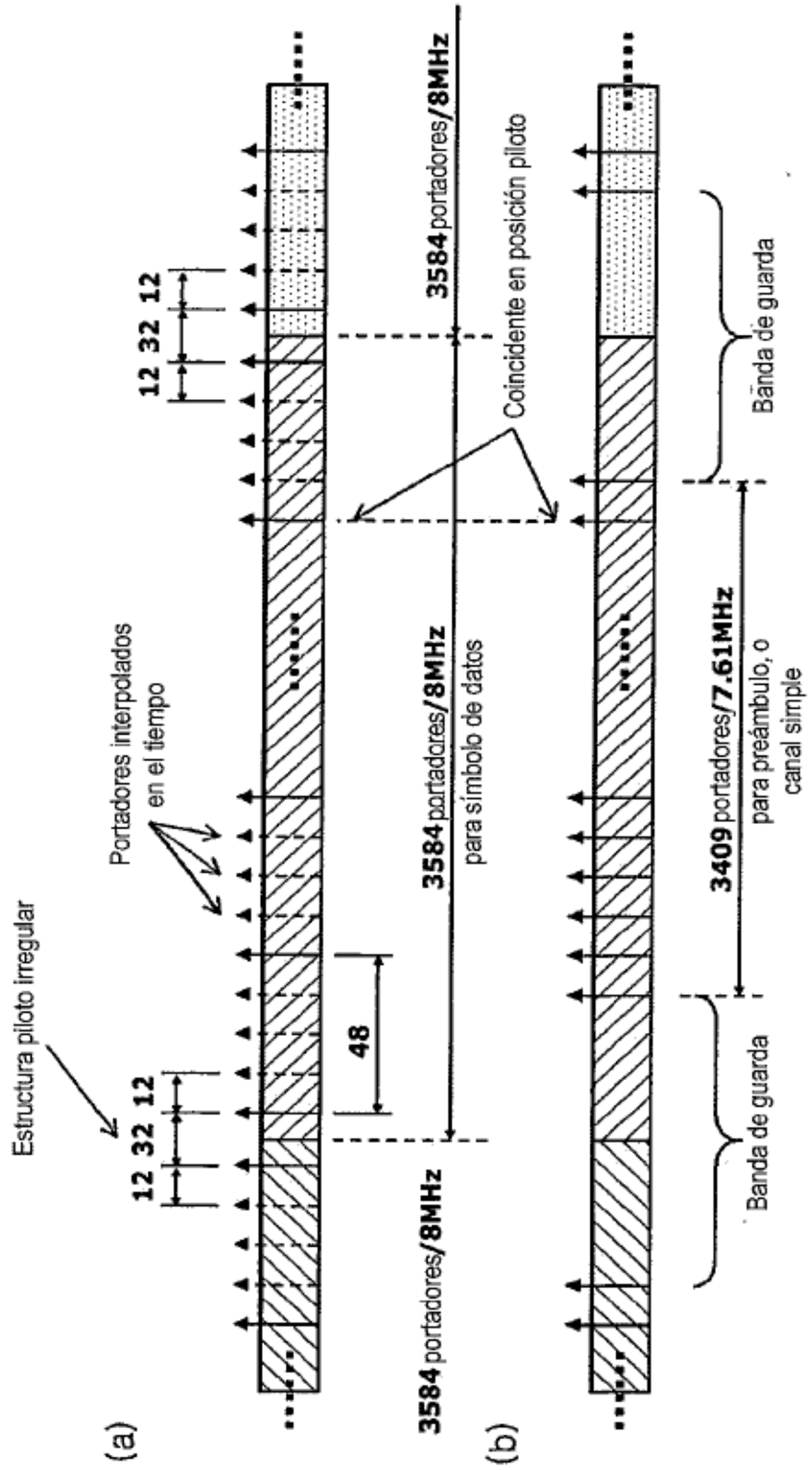

(a)
Estructura piloto irregular
12 32 12
12 32 12
Portadores interpolados
en el tiempo
48
3584 portadores/8MHz
3584 portadores/8MHz
para símbolo de datos
3584 portadores/8MHz
Coincidente en posición piloto
(b)
Banda de guarda
3409 portadores/7.61MHz
para preámbulo, o
canal simple
Banda de guarda

Fig. 44

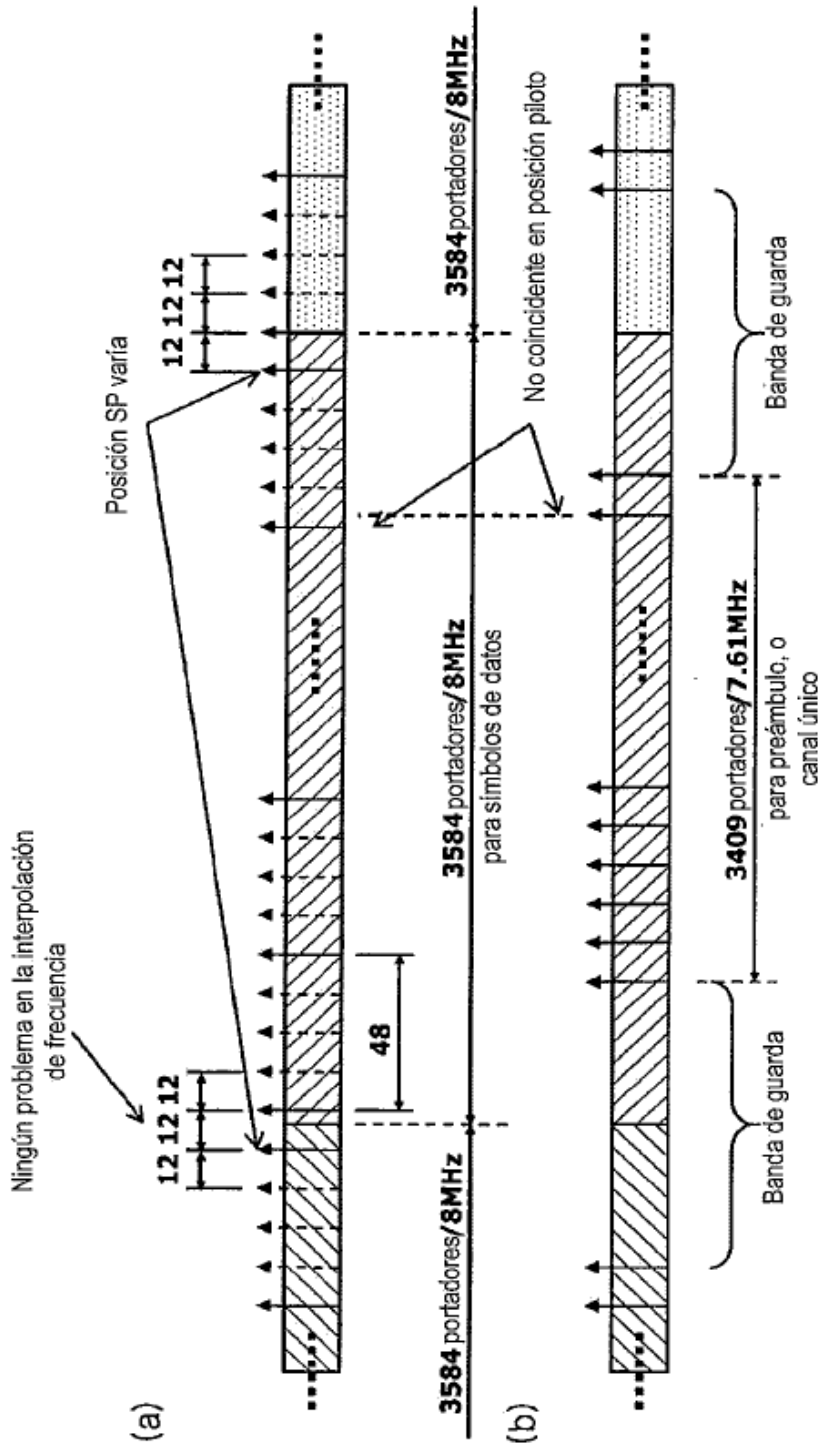

(a)
Ningún problema en la interpolación de frecuencia
12 12 12
12 12 12
Posición SP varía
48
3584 portadores/8MHz
3584 portadores/8MHz
para símbolos de datos
3584 portadores/8MHz
No coincidente en posición piloto
(b)
Banda de guarda
3409 portadores/7.61MHz
para preámbulo, o canal único
Banda de guarda

Fig. 45

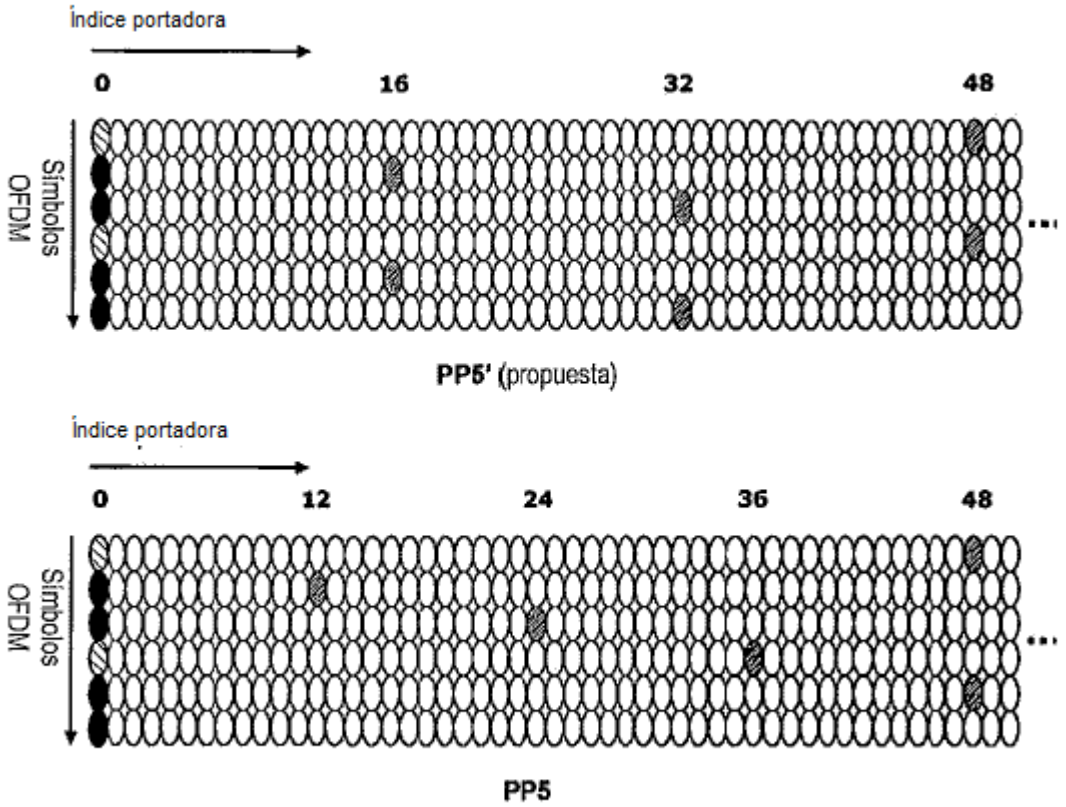

Índice portadora
0
16
32
48
Símbolos OFDM
PP5' (propuesta)
Índice portadora
0
12
24
36
48
Símbolos OFDM
PP5

Fig. 46

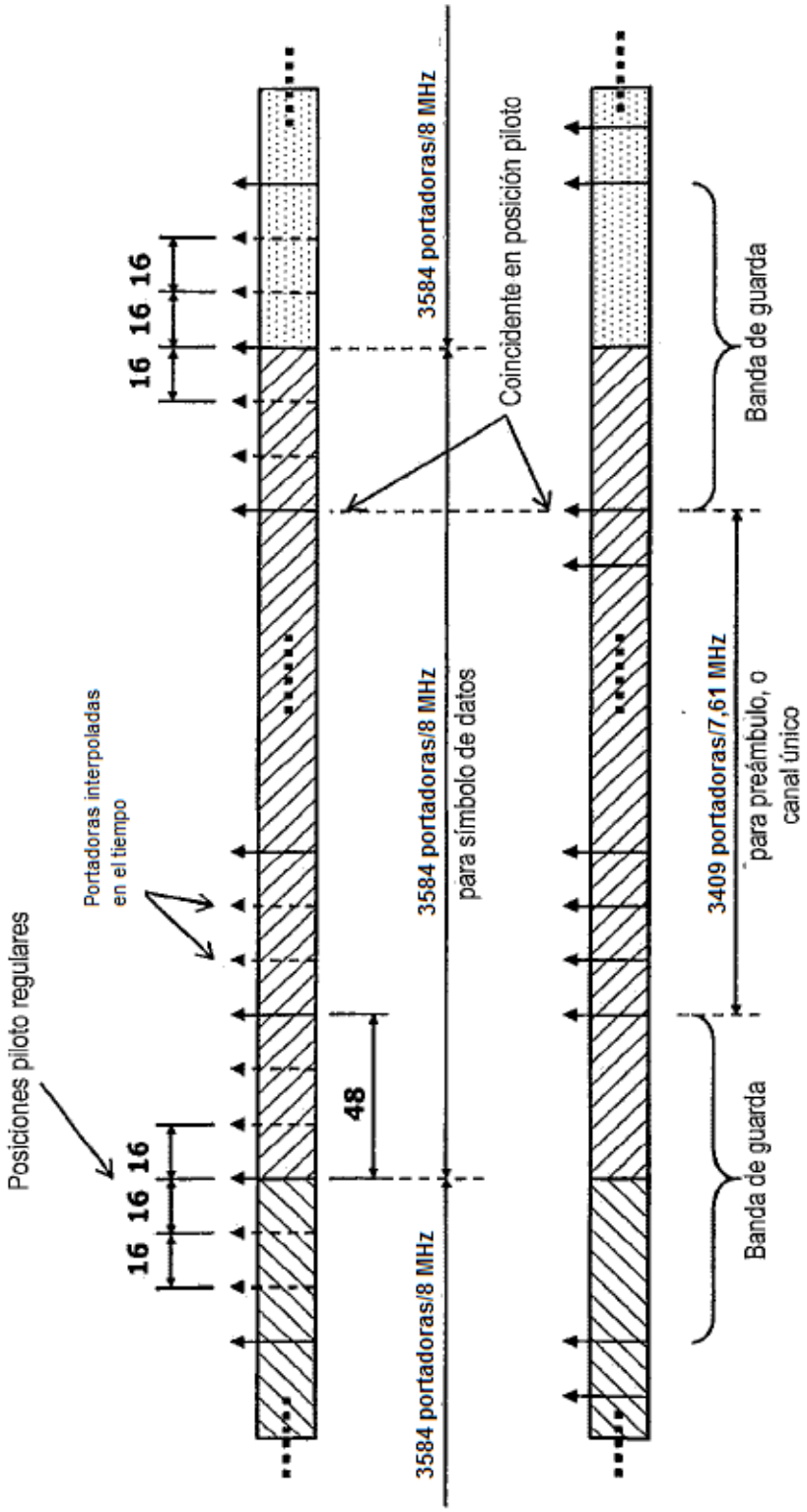

Posiciones piloto regulares
Portadoras interpoladas en el tiempo
16 16 16
16 16 16
48
3584 portadoras/8 MHz
3584 portadoras/8 MHz
para símbolo de datos
3584 portadoras/8 MHz
Coincidente en posición piloto
3409 portadoras/7,61 MHz
para preámbulo, o canal único
Banda de guarda
Banda de guarda

Fig. 47

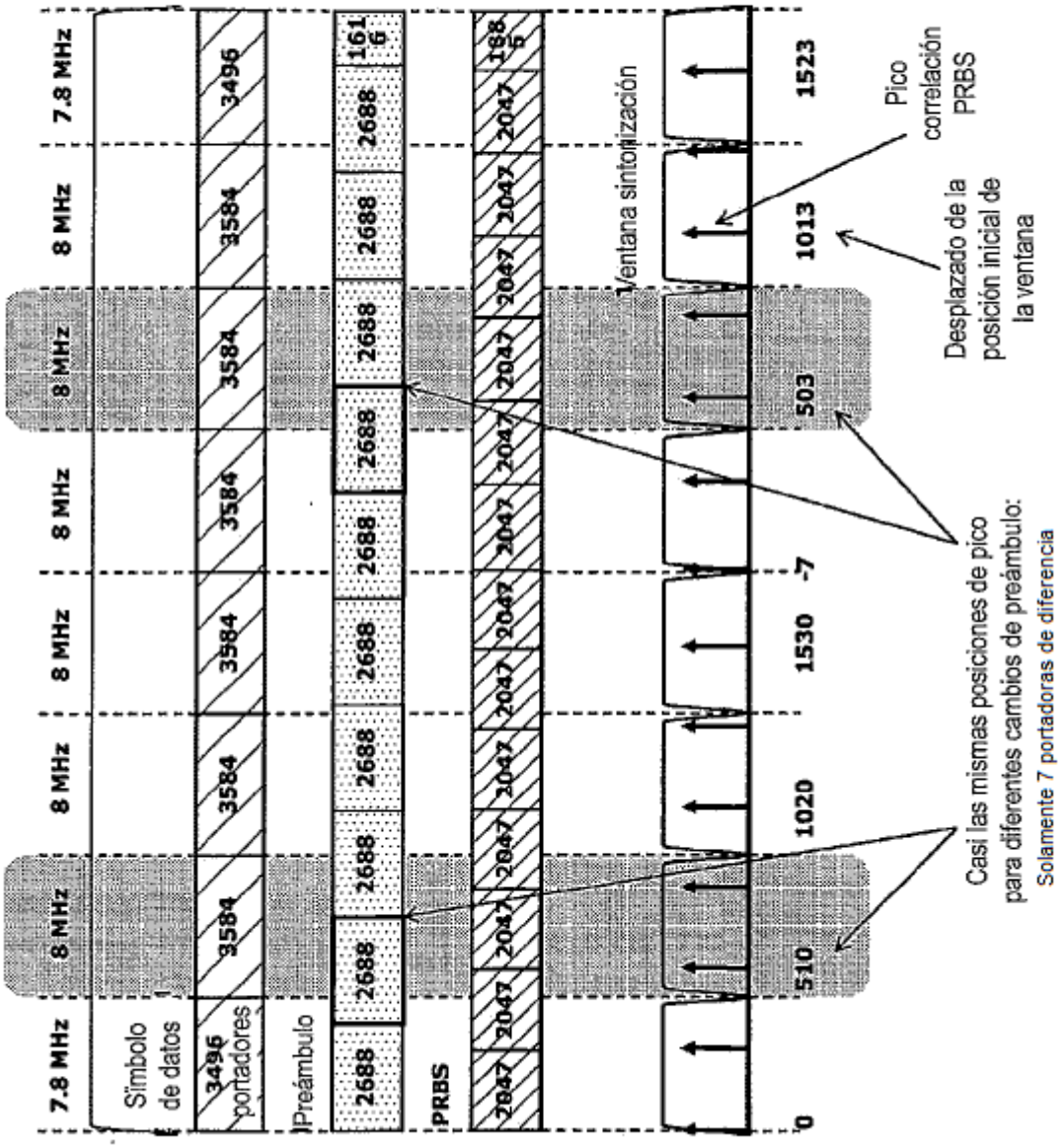

7.8 MHz
8 MHz
8 MHz
8 MHz
8 MHz
8 MHz
8 MHz
7.8 MHz
Símbolo de datos
3496 portadores
3584
3584
3584
3584
3584
3584
3496
Preámbulo
2688
2688
2688
2688
2688
2688
2688
2688
2688
2688
2688
1616
PRBS
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
1885
Ventana sintonización
0
510
1020
1530
-7
503
1013
1523
Pico correlación PRBS
Desplazado de la posición inicial de la ventana
Casi las mismas posiciones de pico para diferentes cambios de preámbulo:
Solamente 7 portadoras de diferencia

Fig. 48

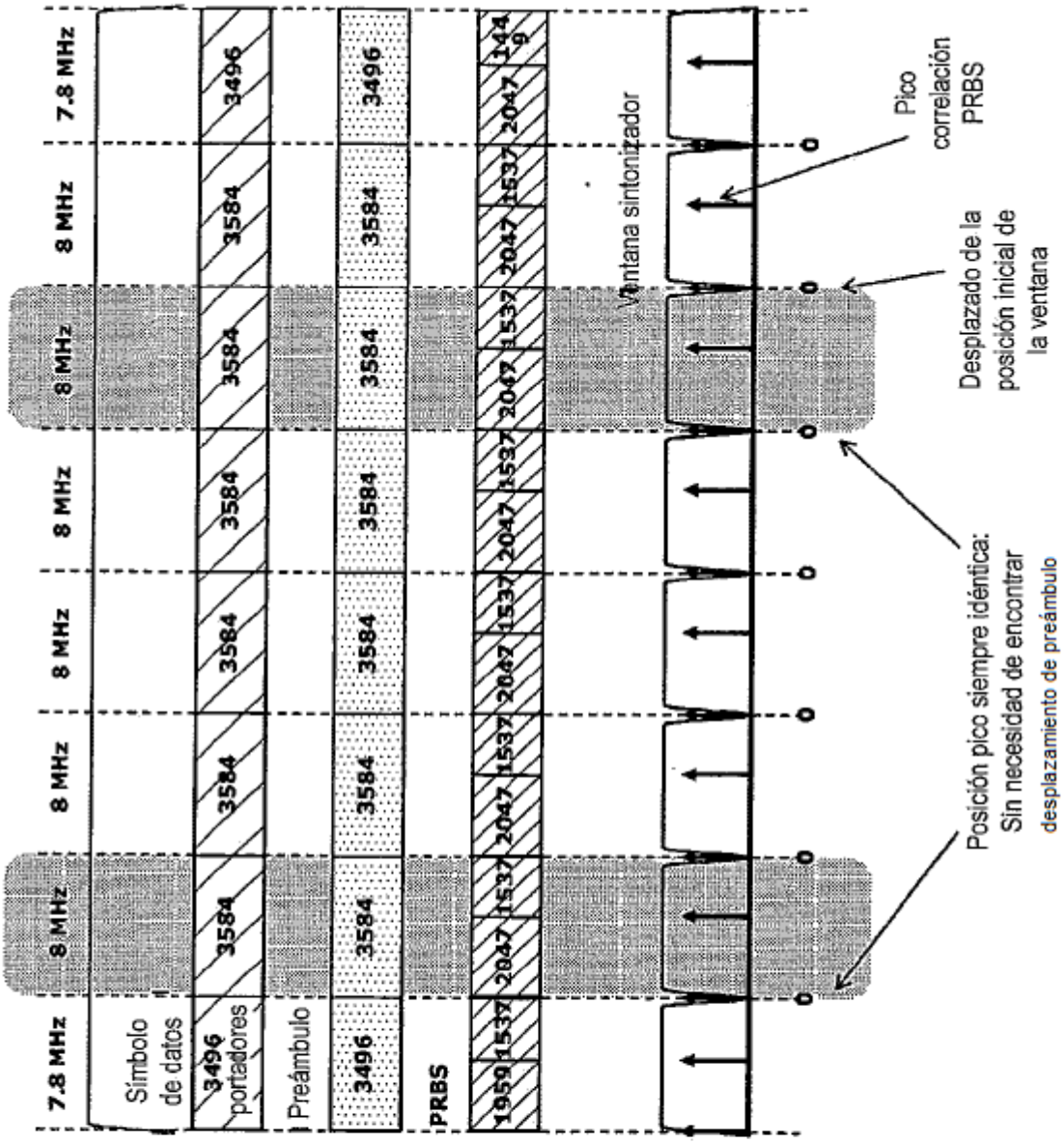


Fig. 49

Retardo (µs)	0.2	0.4	0.8	1.2	2.5	15
Aten. (dB)	−11	−14	−17	−23	−32	−40

Trayectoria de retardo despreciable

Fig. 50

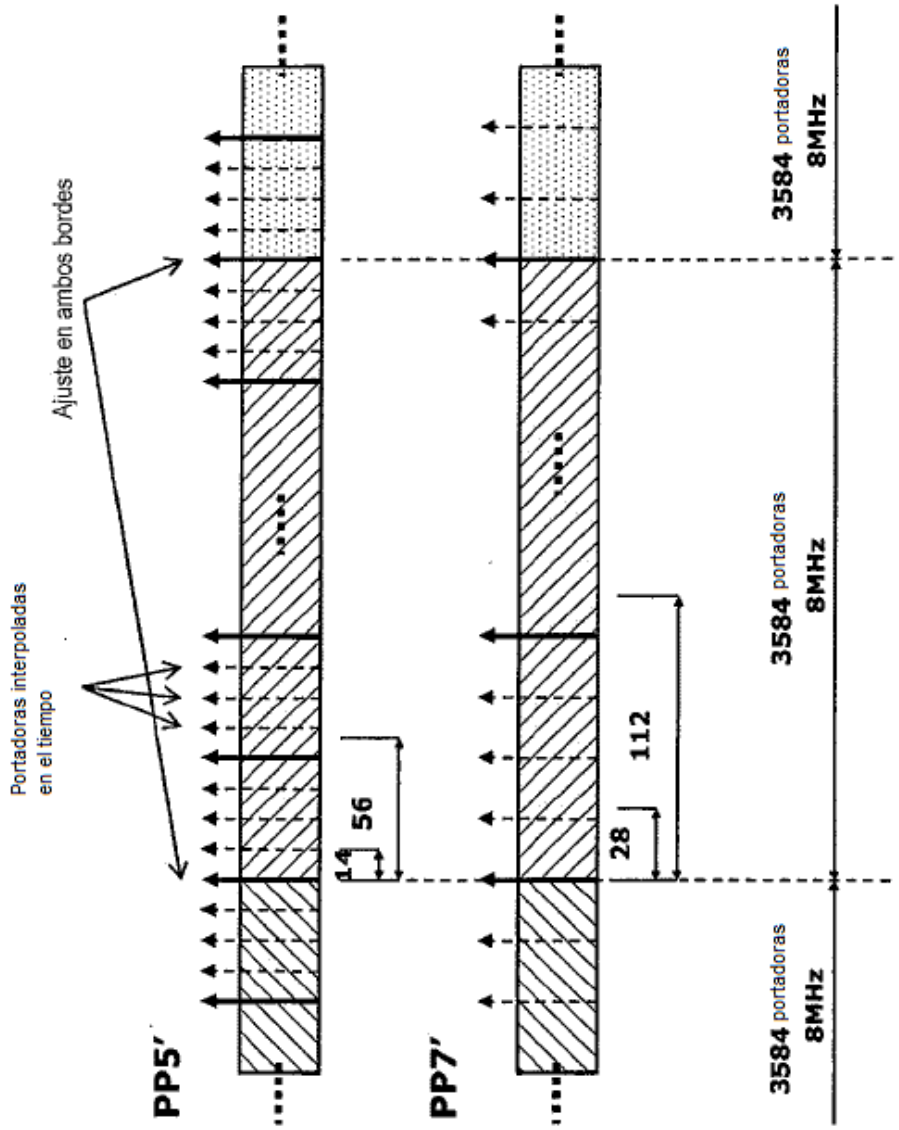

Portadoras interpoladas en el tiempo
Ajuste en ambos bordes
PP5'
PP7'
14
56
28
112
3584 portadoras 8MHz
3584 portadoras 8MHz
3584 portadoras 8MHz

Fig. 51

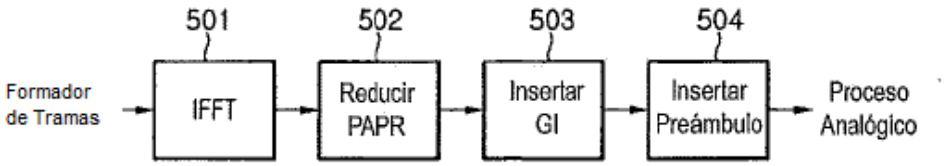

501
502
503
504
Formador de Tramas
IFFT
Reducir PAPR
Insertar GI
Insertar Preámbulo
Proceso Analógico

Fig. 52

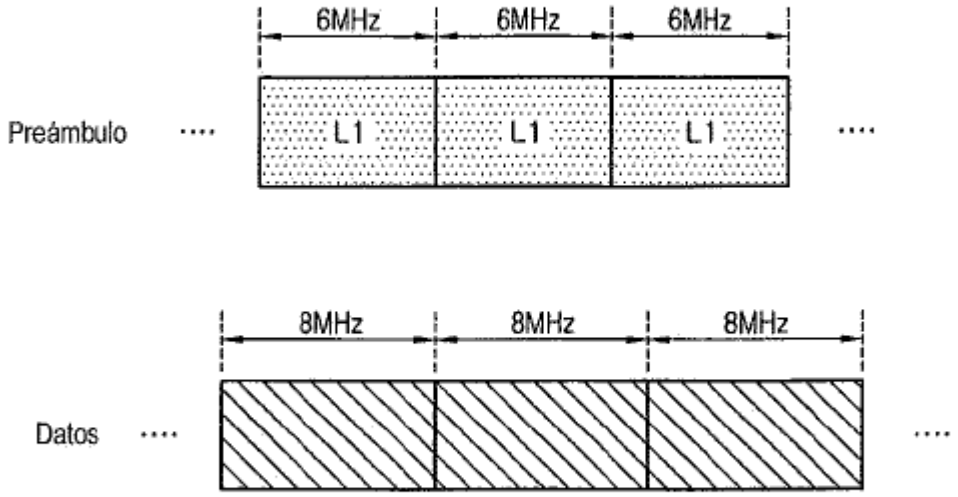

6MHz
6MHz
6MHz
Preámbulo
L1
L1
L1
8MHz
8MHz
8MHz
Datos

Fig. 53

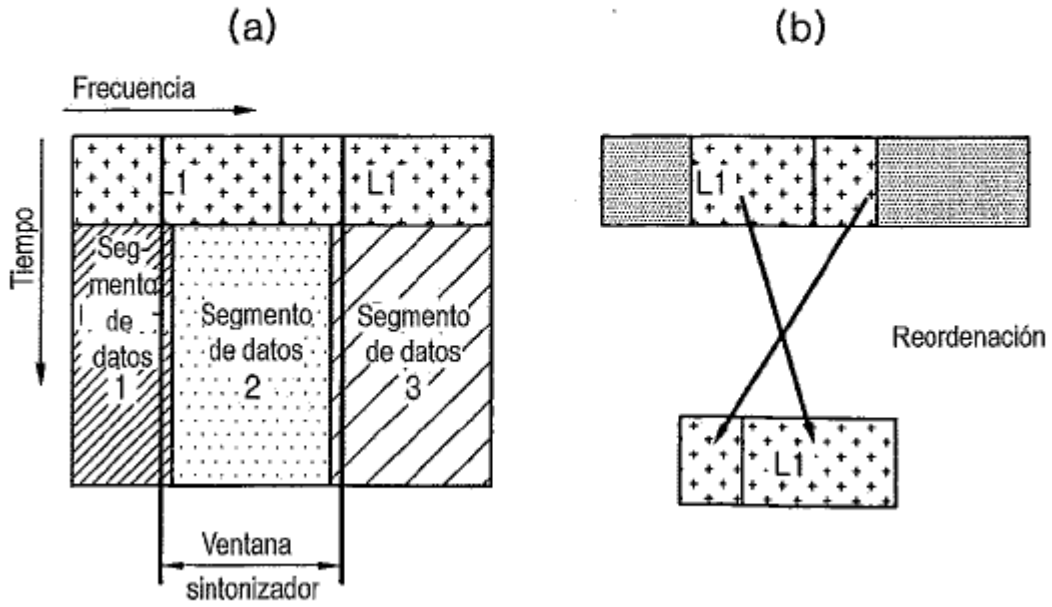

(a)
(b)
Frecuencia
Tiempo
L1
L1
Segmento de datos 1
Segmento de datos 2
Segmento de datos 3
Ventana sintonizador
L1
Reordenación
L1

Fig. 54

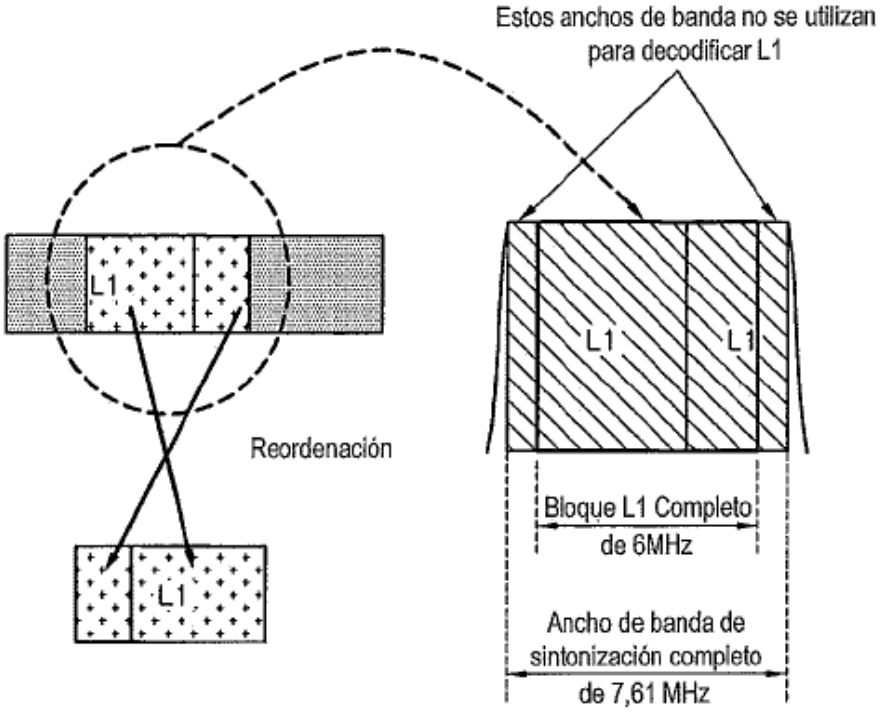

Estos anchos de banda no se utilizan
para decodificar L1
L1
L1
L1
L1
Reordenación
Bloque L1 Completo
de 6MHz
Ancho de banda de
sintonización completo
de 7,61 MHz

Fig. 55

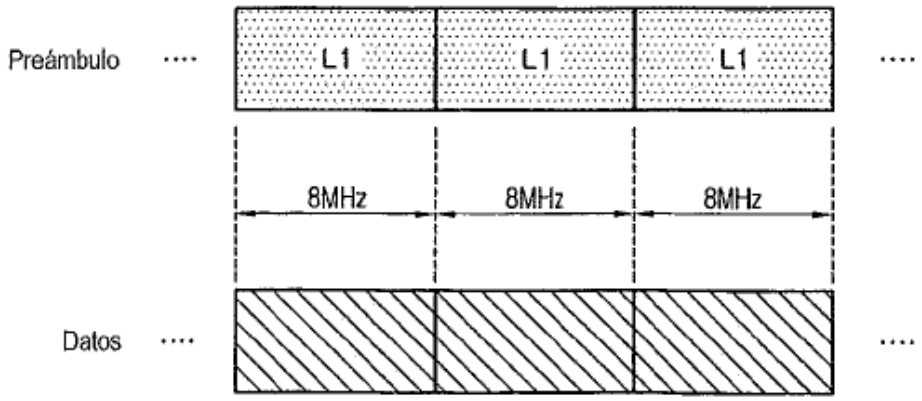

Preámbulo
L1
L1
L1
8MHz
8MHz
8MHz
Datos

Fig. 56

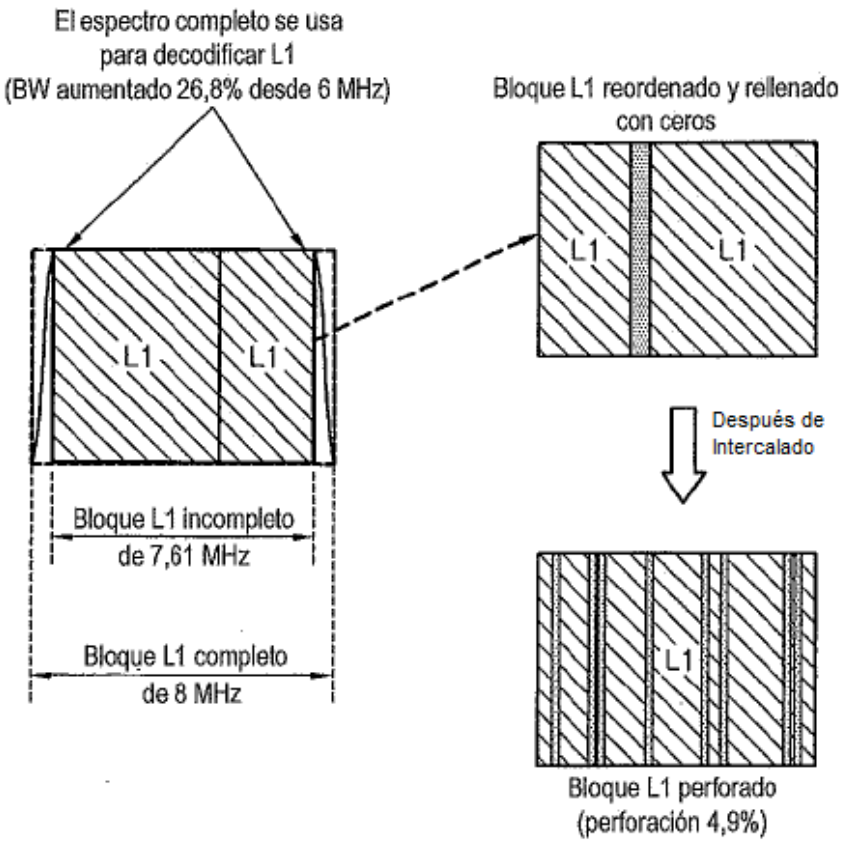

El espectro completo se usa
para decodificar L1
(BW aumentado 26,8% desde 6 MHz)
Bloque L1 reordenado y rellenado
con ceros
L1
L1
L1
L1
Después de
Intercalado
Bloque L1 incompleto
de 7,61 MHz
Bloque L1 completo
de 8 MHz
L1
Bloque L1 perforado
(perforación 4,9%)

Fig. 57

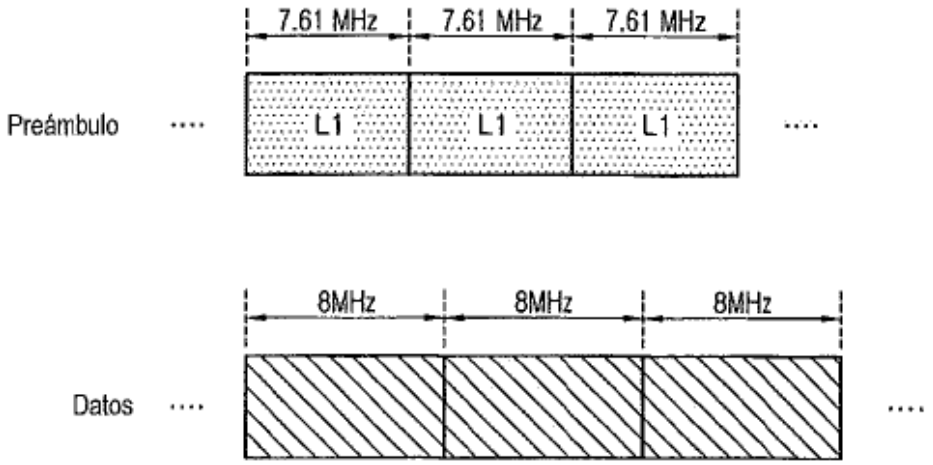

7.61 MHz
7.61 MHz
7.61 MHz
Preámbulo
L1
L1
L1
8MHz
8MHz
8MHz
Datos

Fig. 58

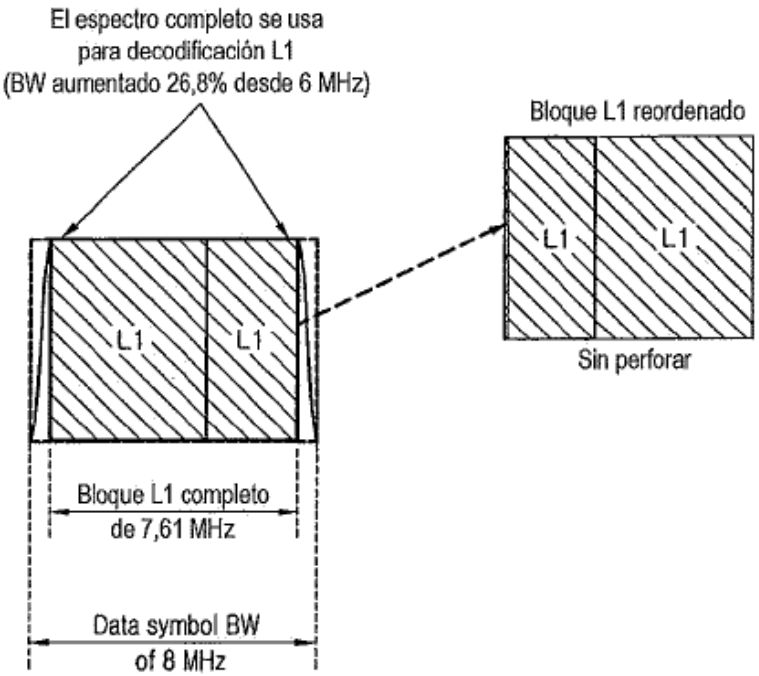


Fig. 59

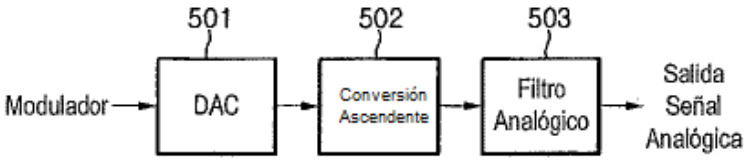


Fig. 60

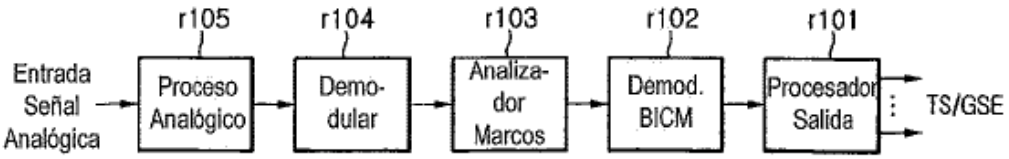


Fig. 61

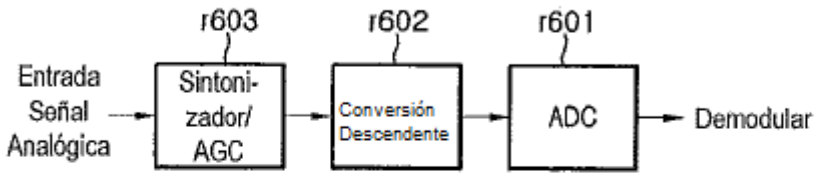


Fig. 62

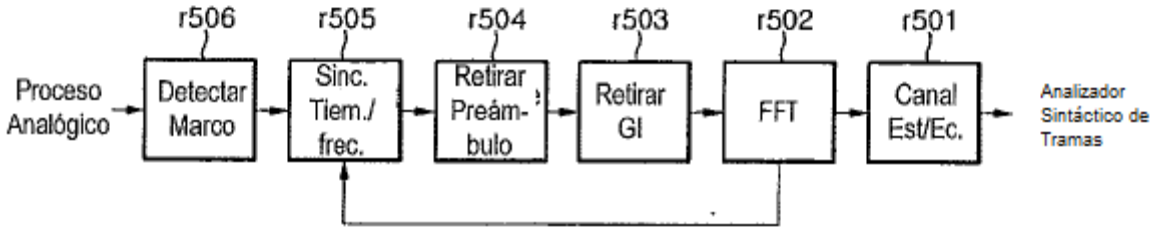


Fig. 63

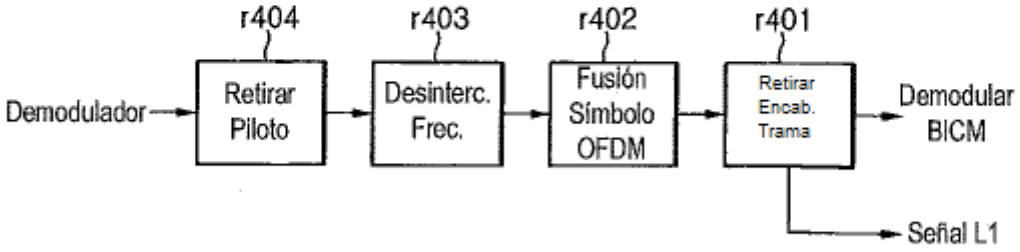


Fig. 64

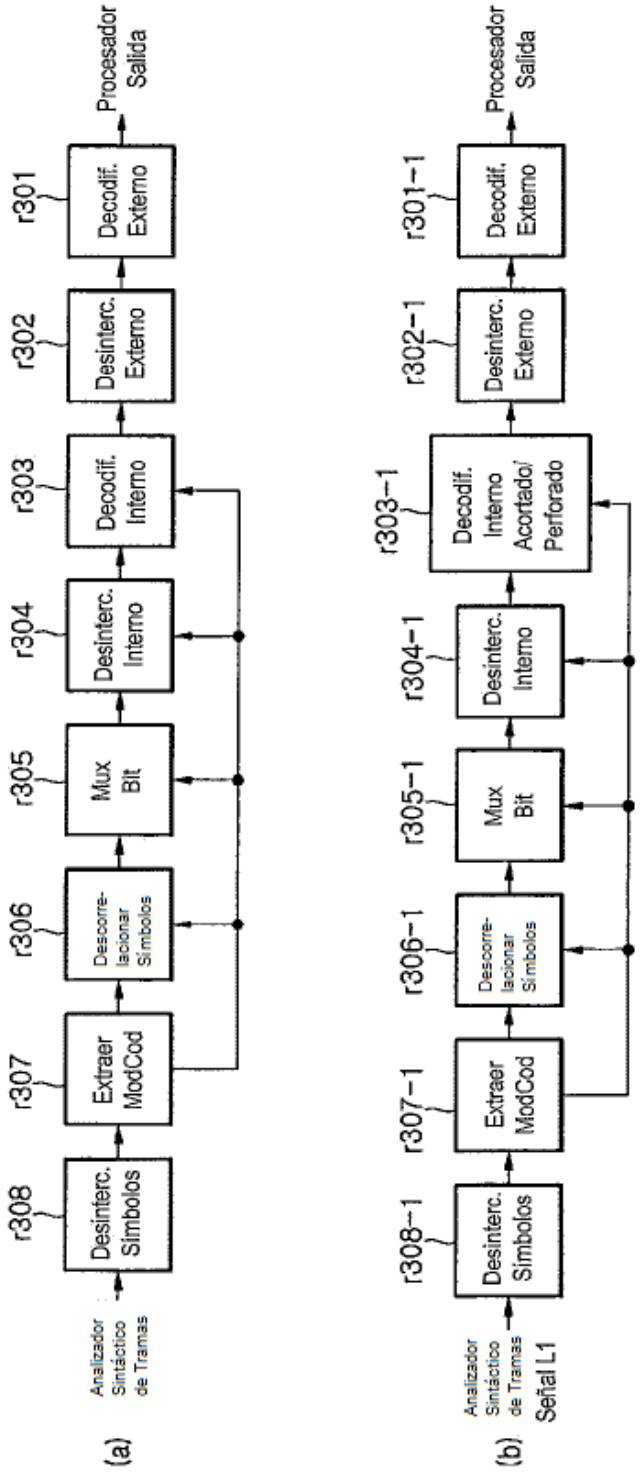

(a)
Analizador Sintáctico de Tramas
r308
Desinterc. Símbolos
r307
Extraer ModCod
r306
Descorre-lacionar Símbolos
r305
Mux Bit
r304
Desinterc. Interno
r303
Decodif. Interno
r302
Desinterc. Externo
r301
Decodif. Externo
Procesador Salida
(b)
Analizador Sintáctico de Tramas
Señal L1
r308-1
Desinterc. Símbolos
r307-1
Extraer ModCod
r306-1
Descorre-lacionar Símbolos
r305-1
Mux Bit
r304-1
Desinterc. Interno
r303-1
Decodif. Interno Acortado/ Perforado
r302-1
Desinterc. Externo
r301-1
Decodif. Externo
Procesador Salida

Fig. 65

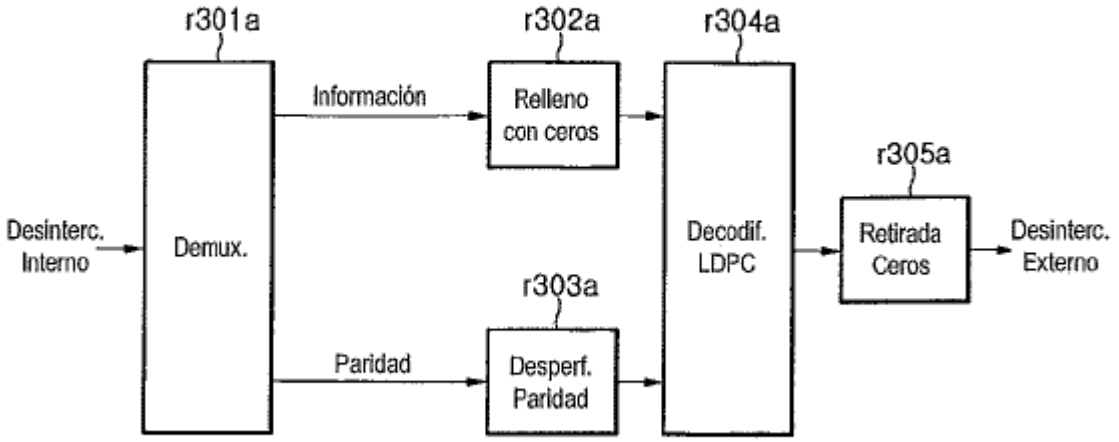

r301a
r302a
r304a
Información
Relleno con ceros
r305a
Desinterc. Interno
Demux.
Decodif. LDPC
Retirada Ceros
Desinterc. Externo
r303a
Paridad
Desperf. Paridad

Fig. 66

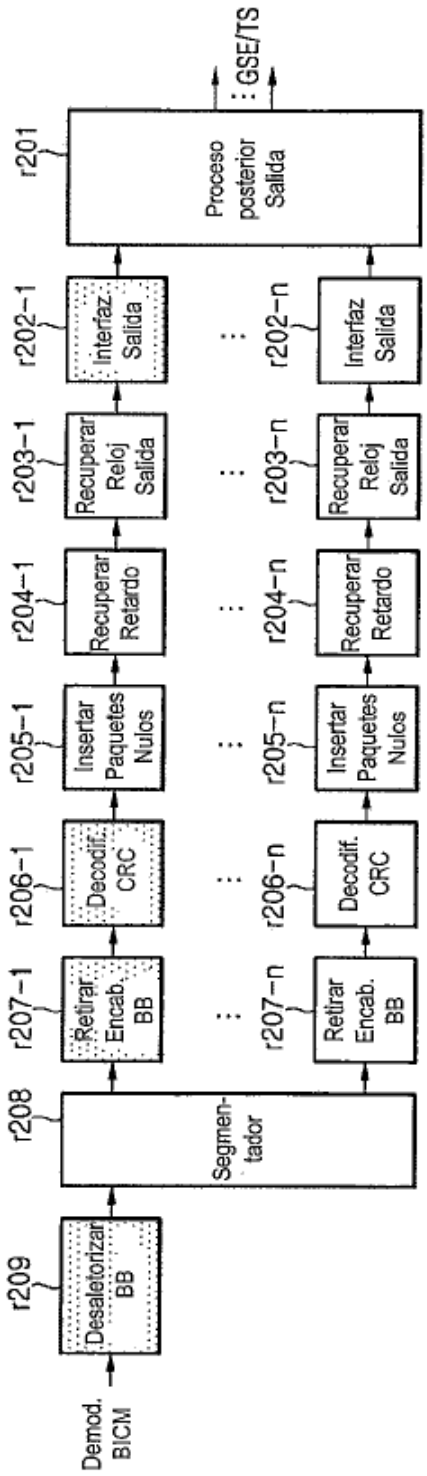

Demod. BICM
r209
Desaleatorizar BB
r208
Segmen-tador
r207-1
Retirar Encab. BB
r206-1
Decodif. CRC
r205-1
Insertar Paquetes Nulos
r204-1
Recuperar Retardo
r203-1
Recuperar Reloj Salida
r202-1
Interfaz Salida
r207-n
Retirar Encab. BB
r206-n
Decodif. CRC
r205-n
Insertar Paquetes Nulos
r204-n
Recuperar Retardo
r203-n
Recuperar Reloj Salida
r202-n
Interfaz Salida
r201
Proceso posterior Salida
GSE/TS

Fig. 67

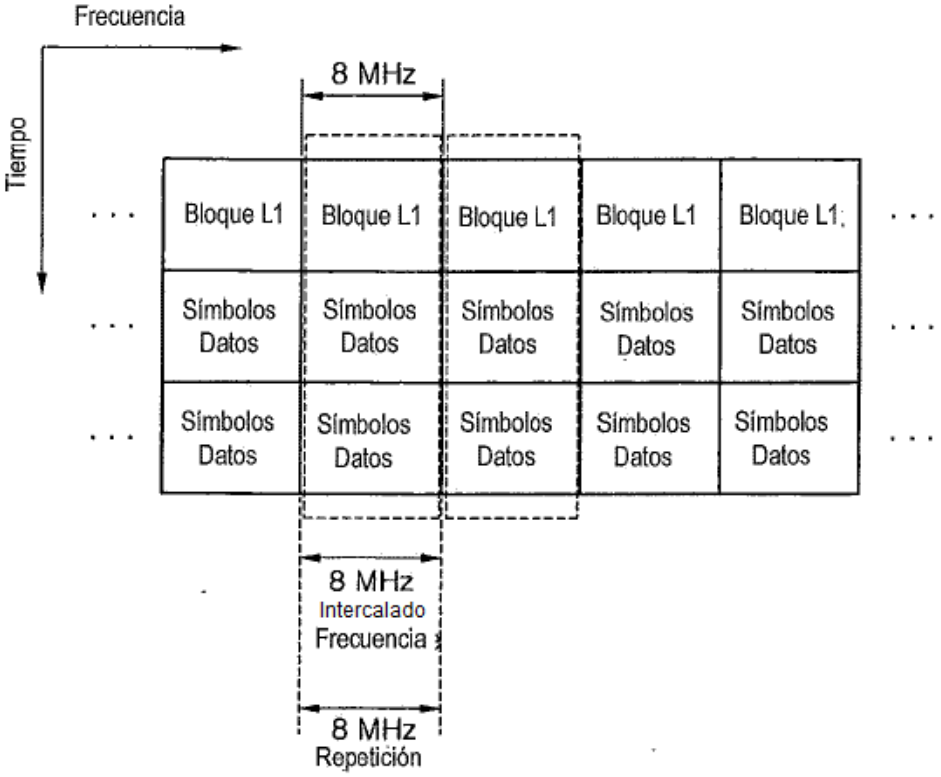

Frecuencia
Tiempo
8 MHz
Bloque L1
Símbolos Datos
8 MHz
Intercalado
Frecuencia
8 MHz
Repetición

Fig. 68

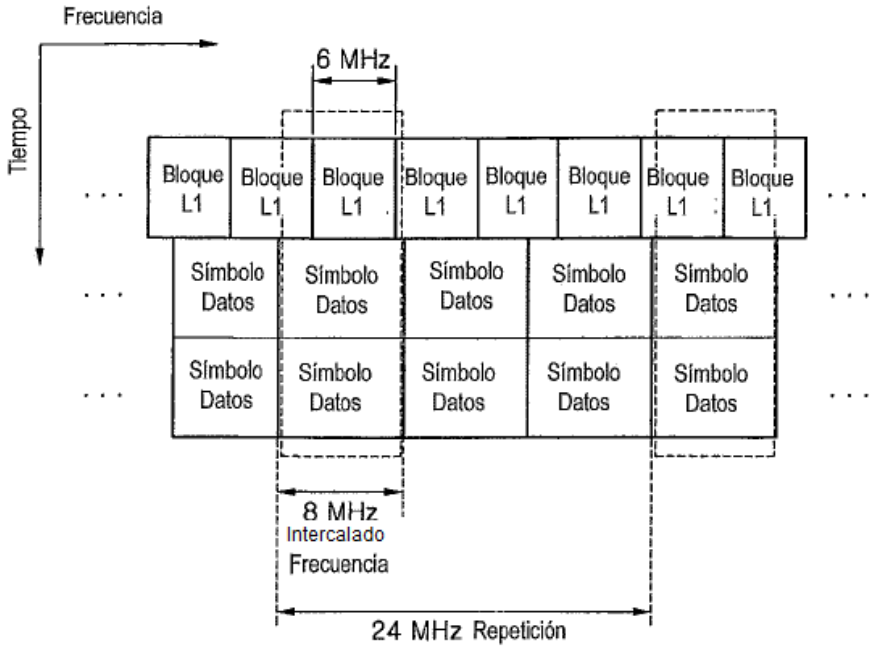

Frecuencia
Tiempo
6 MHz
Bloque L1
Símbolo Datos
8 MHz
Intercalado
Frecuencia
24 MHz Repetición

Fig. 69

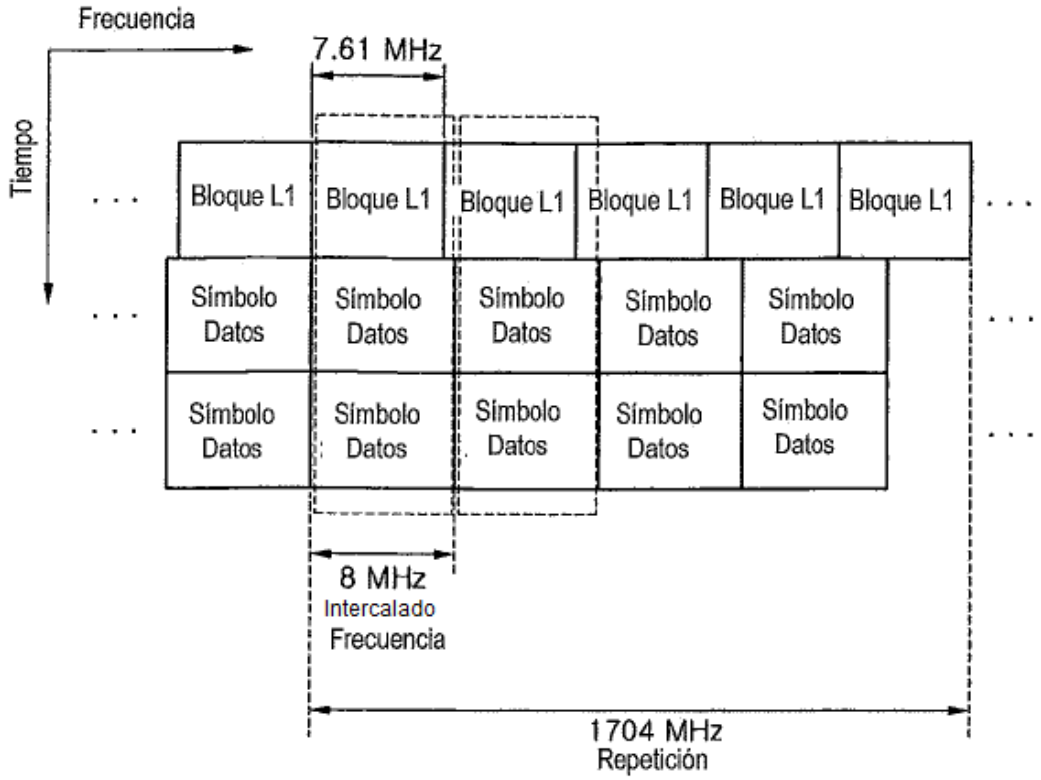

Frecuencia
7.61 MHz
Tiempo
Bloque L1
Bloque L1
Bloque L1
Bloque L1
Bloque L1
Bloque L1
Símbolo Datos
Símbolo Datos
Símbolo Datos
Símbolo Datos
Símbolo Datos
Símbolo Datos
Símbolo Datos
Símbolo Datos
Símbolo Datos
Símbolo Datos
Símbolo Datos
8 MHz
Intercalado
Frecuencia
1704 MHz
Repetición

Fig. 70

Campo	Bits	
L1_span	12	número de portadoras separadas por el bloque L1 en un símbolo OFDM (Máx = 7,61 MHz)
num_chbon	3	número de canales unidos
num_dslice	8	número de segmentos de datos
num_plp	8	número de PLPs
num_notch	5	número de bandas de muescas
for dslice {		
chbon_index	3	índice de canal unido
dslice_start	9	inicio de segmento de datos en un canal (8 MHz)
dslice_width	9	anchura del 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 carga PLP (TS, GS, ...)
}		
for notch {		
chbon_index	3	índice canal unido
notch_start	9	inicio de banda de muesca en un canal (8 MHz)
notch_width	9	anchura de banda de muesca
}		
gi	1	modo intervalo de guarda
sframe_id	16	ID supertrama
frame_id	16	ID trama
reserved	0	rfu
crc32	32	CRC32
Total	11760	

El número de bits de información L1 varía según las diferentes configuraciones/condiciones

Fig. 71

Información L1 (bits)	11760
Bloque L1 (bits)	23520
Símbolos 16 - QAM	5880
Total portadoras	3408
Distancia SP preámbulo	6
Portadoras de datos	2840
LDPC corto	1.45
Símbolos OFDM	2.07

Tamaño máximo

Fig. 72

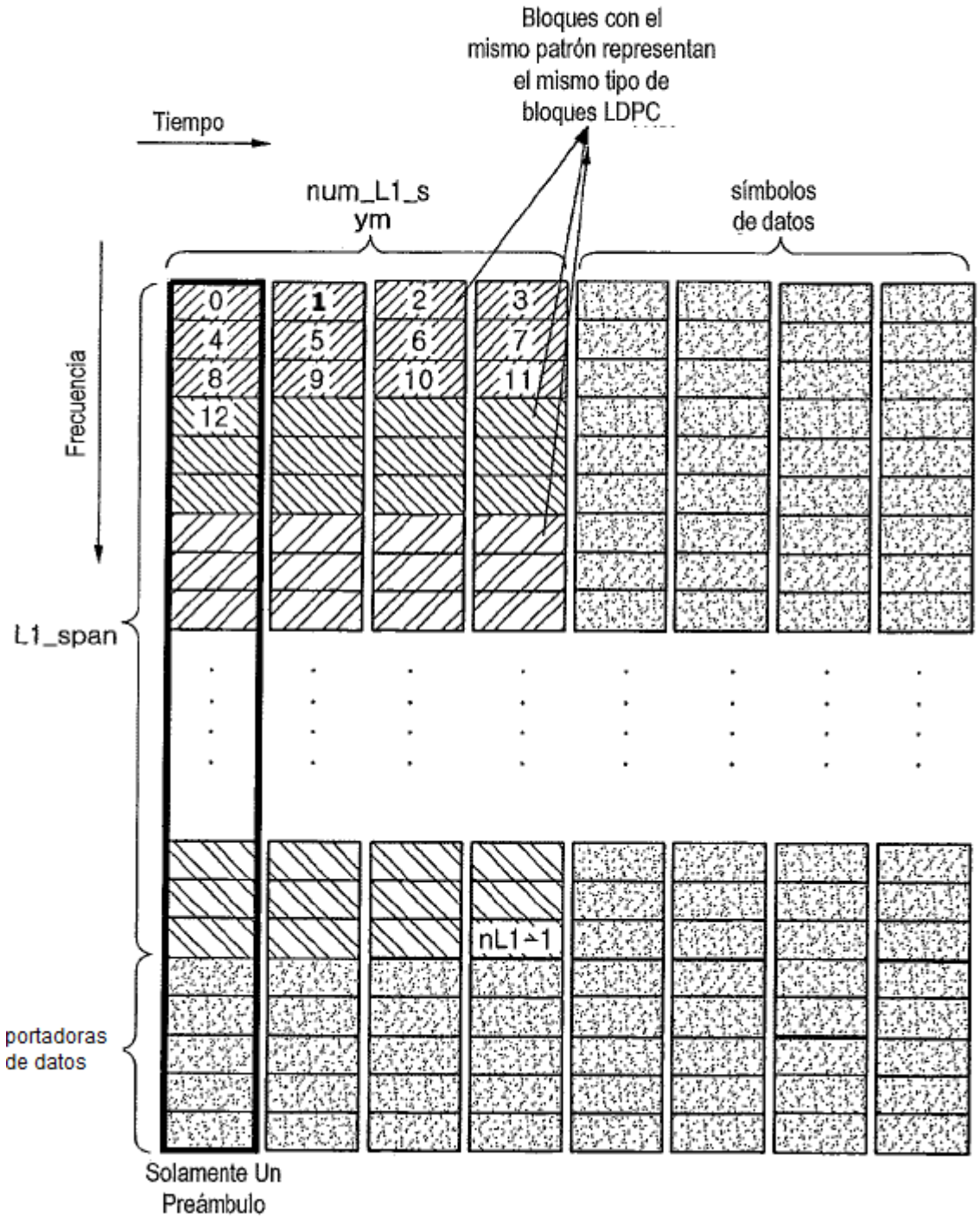

Bloques con el mismo patrón representan el mismo tipo de bloques LDPC
Tiempo
num_L1_sym
símbolos de datos
Frecuencia
L1_span
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
nL1-1
portadoras de datos
Solamente Un Preámbulo

Fig. 73

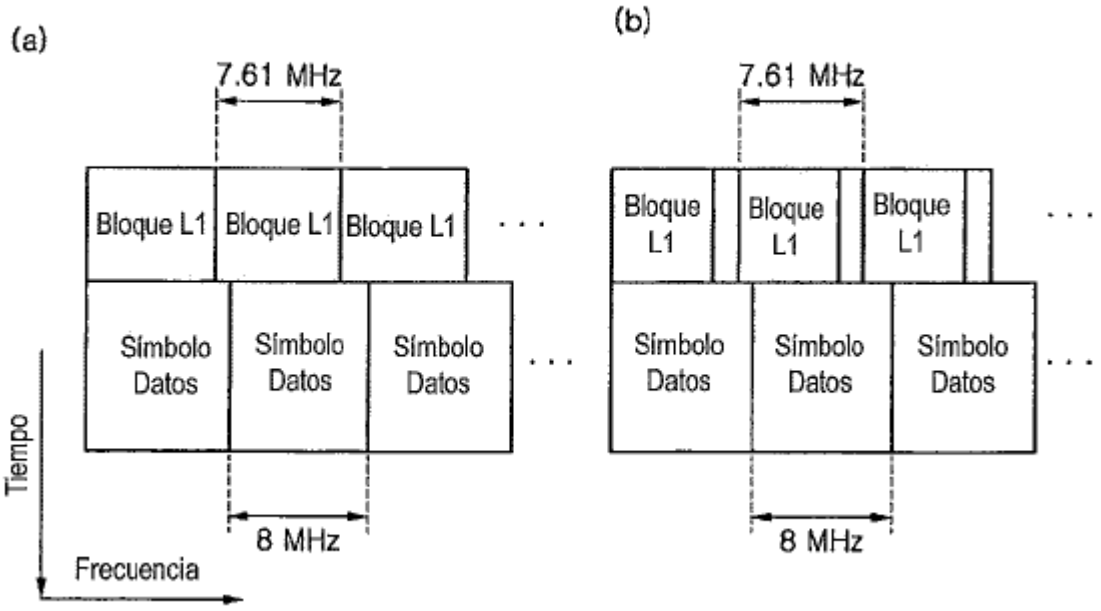

(a)
7.61 MHz
Bloque L1
Bloque L1
Bloque L1
Símbolo Datos
Símbolo Datos
Símbolo Datos
8 MHz
Tiempo
Frecuencia
(b)
7.61 MHz
Bloque L1
Bloque L1
Bloque L1
Símbolo Datos
Símbolo Datos
Símbolo Datos
8 MHz

Fig. 74

Campo	Bits	
L1_column	9	número de portadores separados por bloque L1 en un símbolo OFDM (Max=7,61MHz)
L1_row	3	número de símbolos OFDM separados por bloque L1
num_chbon	3	número de canales unidos
num_plp	8	número de segmentos de datos
num_dslice	8	número de PLPs
num_notch	5	número de bandas de muesca
for dslice {		
chbon_index	3	índice canal unido
dslice_start	9	inicio de segmento de datos en 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 carga PLP (TS, GS, ...)
}		
for notch {		
chbon_index	3	índice canal unido
notch_start	9	inicio de banda de muesca en un canal (8 MHz)
notch_width	9	anchura de banda de muesca
}		
gi	1	modo intervalo de guarda
sframe_id	16	ID supertrama
frame_id	16	ID trama
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
Total	11776	

El número de bits de información L1 varía según las diferentes configuraciones/condiciones

Fig. 75

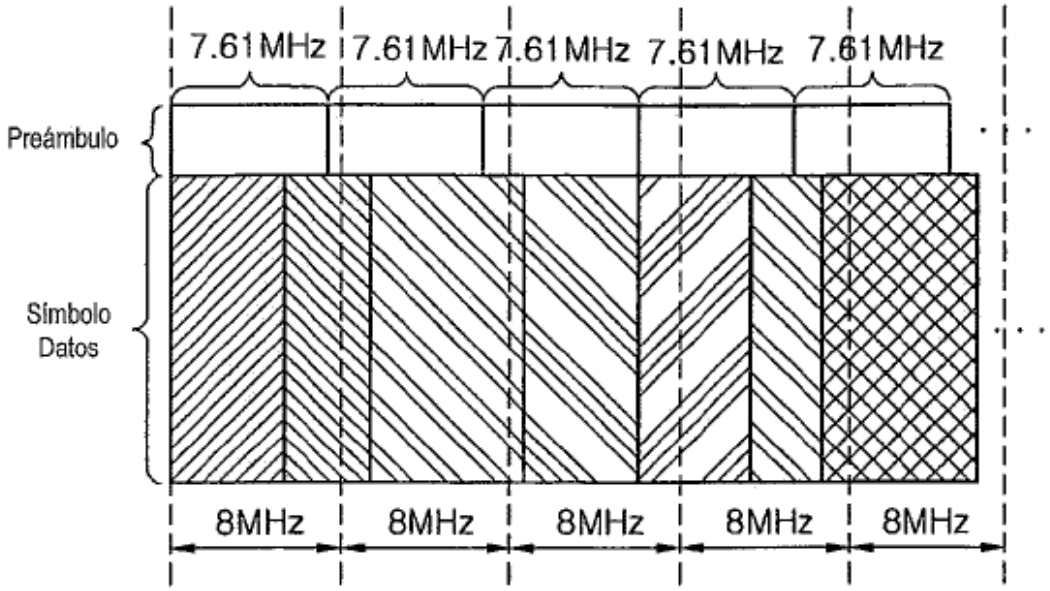


Fig. 76

Tamaño Bloque LDPC	Modulación (bps/Hz)	Símbolos QAM	Encabezado 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

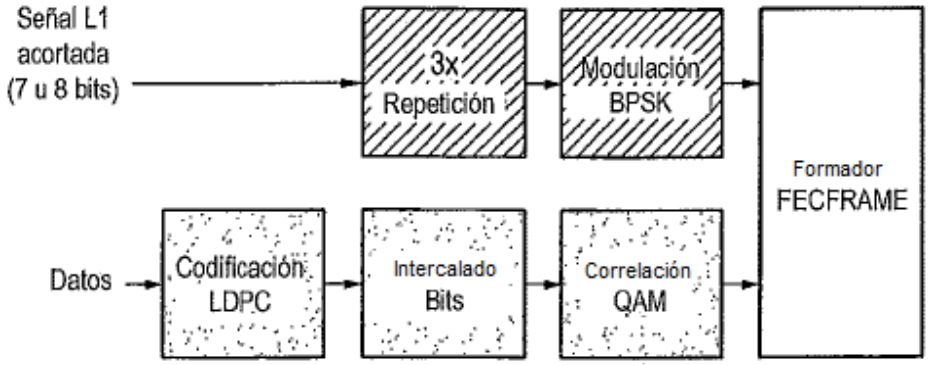

Señal L1
acortada
(7 u 8 bits)
3x
Repetición
Modulación
BPSK
Formador
FECFRAME
Datos
Codificación
LDPC
Intercalado
Bits
Correlación
QAM

Fig. 78

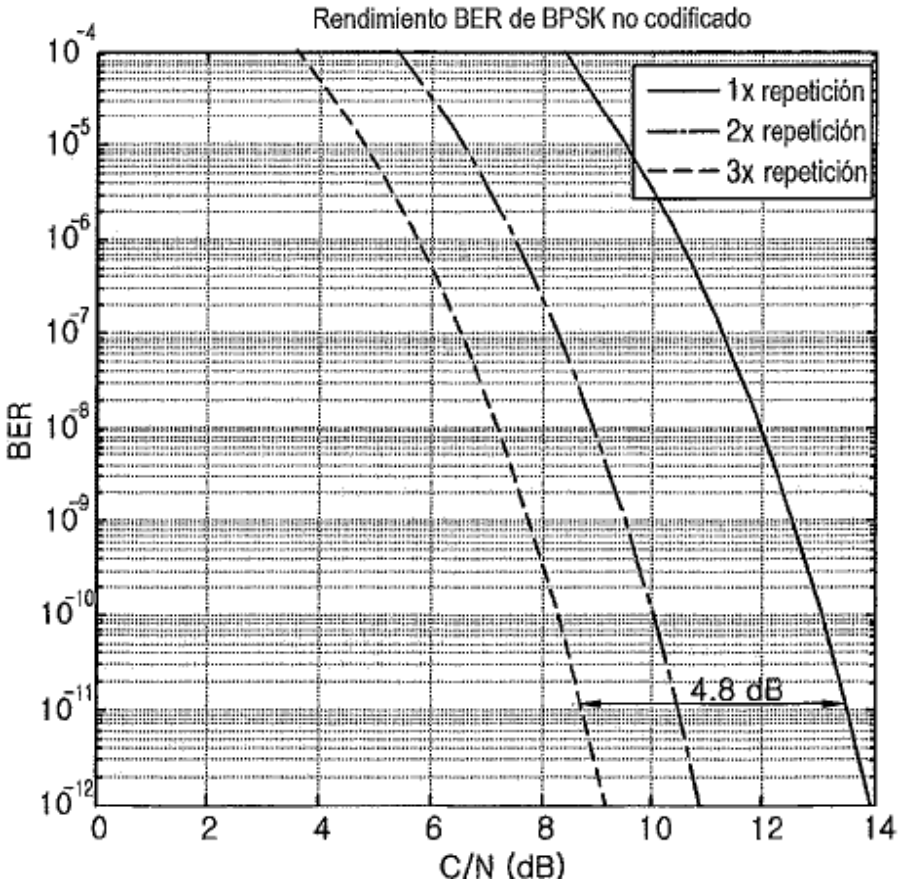

Rendimiento BER de BPSK no codificado
1x repetición
2x repetición
3x repetición
4.8 dB
BER
C/N (dB)

Fig. 79

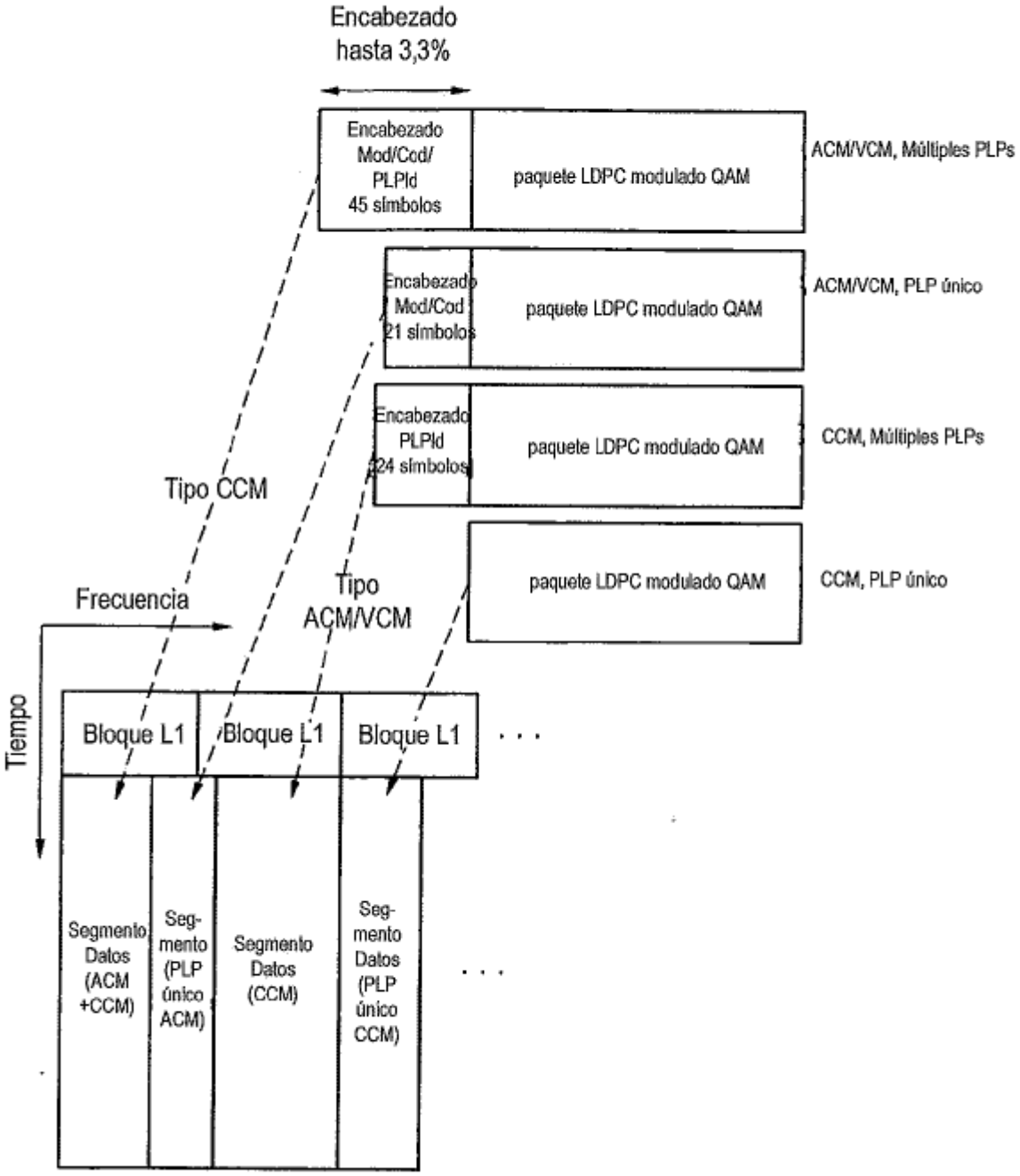

Encabezado
hasta 3,3%
Encabezado
Mod/Cod/
PLPId
45 símbolos
paquete LDPC modulado QAM
ACM/VCM, Múltiples PLPs
Encabezado
Mod/Cod
21 símbolos
paquete LDPC modulado QAM
ACM/VCM, PLP único
Encabezado
PLPId
24 símbolos
paquete LDPC modulado QAM
CCM, Múltiples PLPs
paquete LDPC modulado QAM
CCM, PLP único
Tipo CCM
Tipo
ACM/VCM
Frecuencia
Tiempo
Bloque L1
Bloque L1
Bloque L1
Segmento
Datos
(ACM
+CCM)
Seg-
mento
(PLP
único
ACM)
Segmento
Datos
(CCM)
Seg-
mento
Datos
(PLP
único
CCM)

Fig. 80

El tamaño del bloque L1 se transmite al primer bloque LDPC (longitud más corta fija = 192 bits)

Intercalado de tiempo encendido/apagado para soportar el modo de latencia corta

Tipo de segmento de datos para reducción del encabezado de la señalización L1

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

Campo	Bits	
L1_size	14	tamaño bloque L1 (bits)
num_chbon	3	número de canales unidos
num_dslice	8	número de porciones de datos
num_plp	8	número de PLPs
num_notch	5	número de bandas de muesca
for dslice {		
chbon_index	3	índice canales unidos
dslice_start	9	inicio de segmento de datos en un canal (8 MHz)
dslice_width	9	anchura del segmento de datos
dslice_time_intrlv	1	intercalación de tiempo encendido/apagado
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 carga PLP (TSCS, ...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	tipo modulación PLP
plp_fec_type	1	tipo FEC PLP (largo/corto)
plp_cod	3	índice código PLP
}		
}		
for notch {		
chbon_index	3	índice canal unido
notch_start	9	inicio de banda de muesca en un canal (8 MHz)
notch_width	9	anchura de la banda de muesca
}		
gi	1	modo intervalo de guarda
sframe_id	16	ID supertrama
frame_id	16	ID trama
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
Total	14082	

Fig. 81

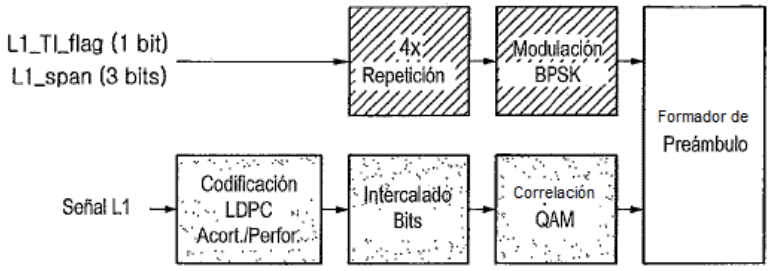


Fig. 82

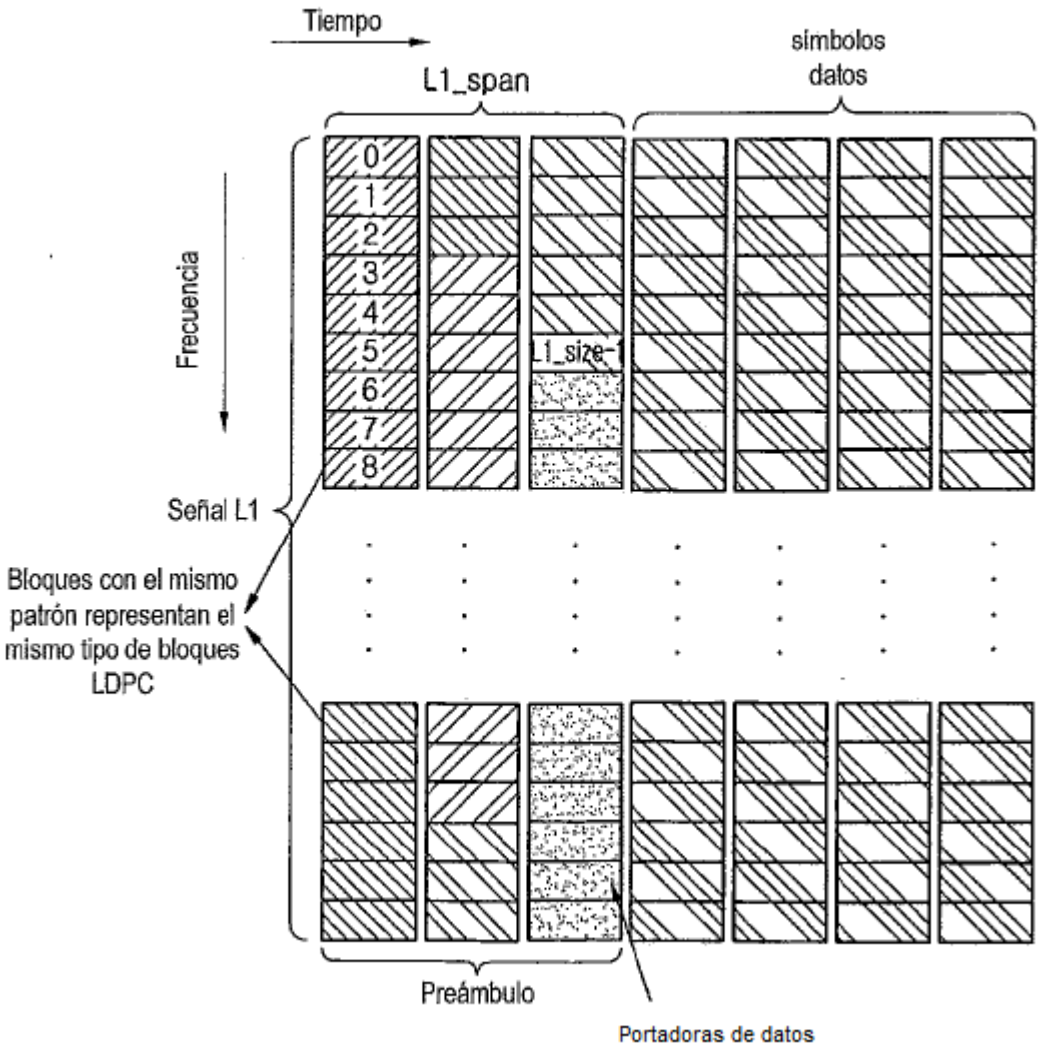

Tiempo
L1_span
símbolos
datos
Frecuencia
0
1
2
3
4
5
6
7
8
L1_size-1
Señal L1
Bloques con el mismo patrón representan el mismo tipo de bloques LDPC
Preámbulo
Portadoras de datos

Fig. 83

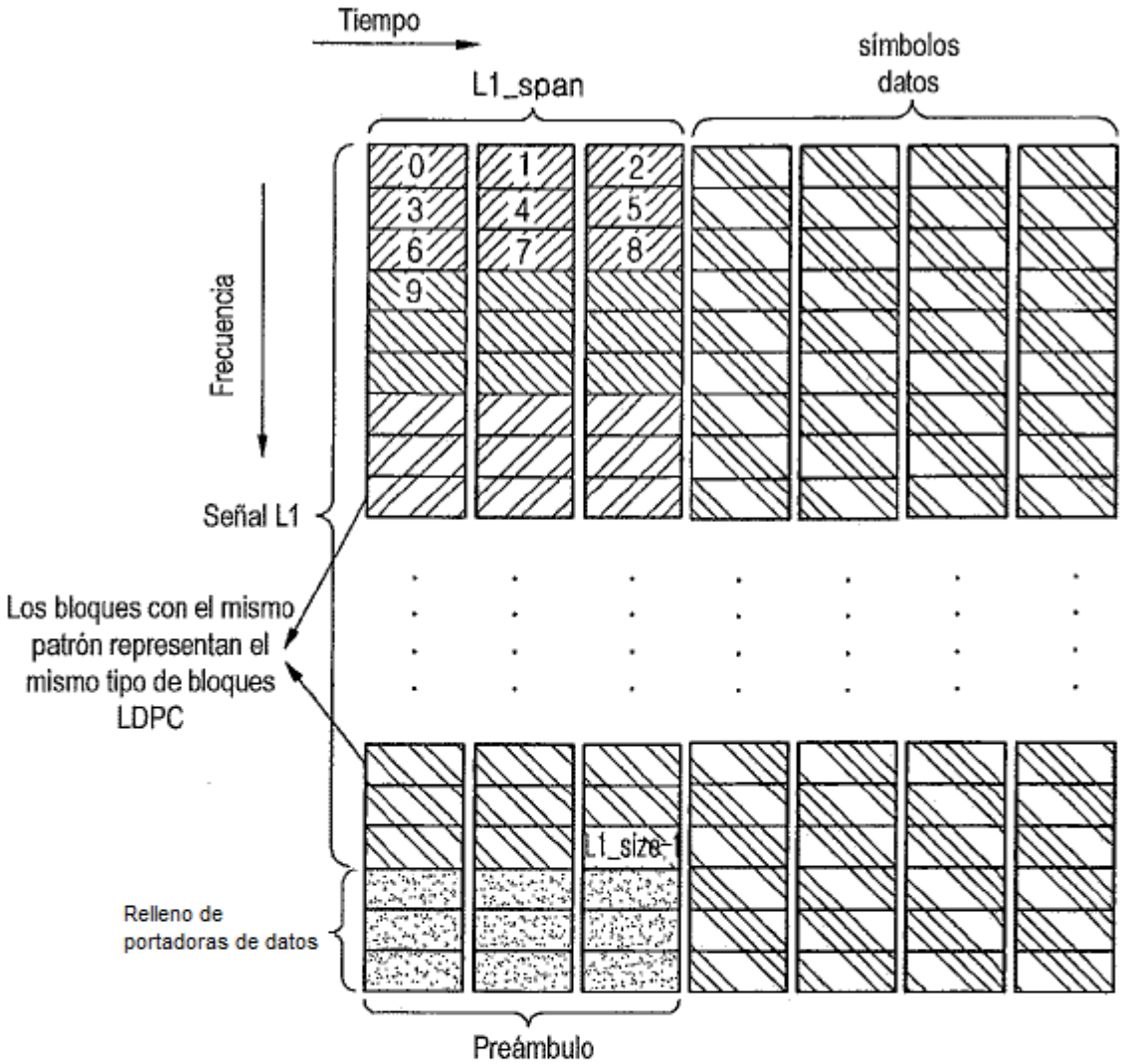

Tiempo
L1_span
símbolos
datos
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Frecuencia
Señal L1
Los bloques con el mismo patrón representan el mismo tipo de bloques LDPC
L1_size-1
Relleno de portadoras de datos
Preámbulo

Fig. 84

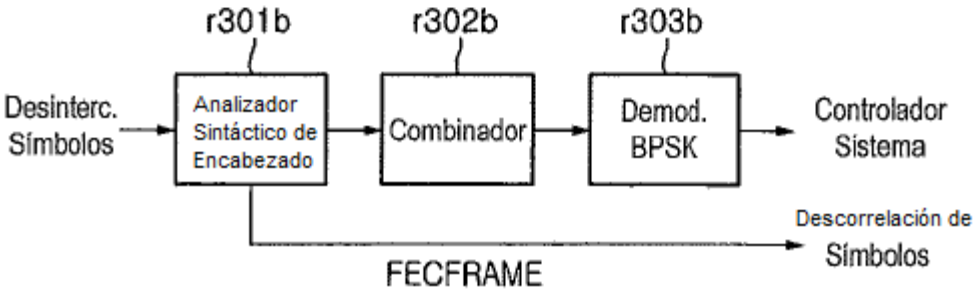

r301b
r302b
r303b
Desinterc. Símbolos
Analizador Sintáctico de Encabezado
Combinador
Demod. BPSK
Controlador Sistema
Descorrelación de Símbolos
FECFRAME

Fig. 85

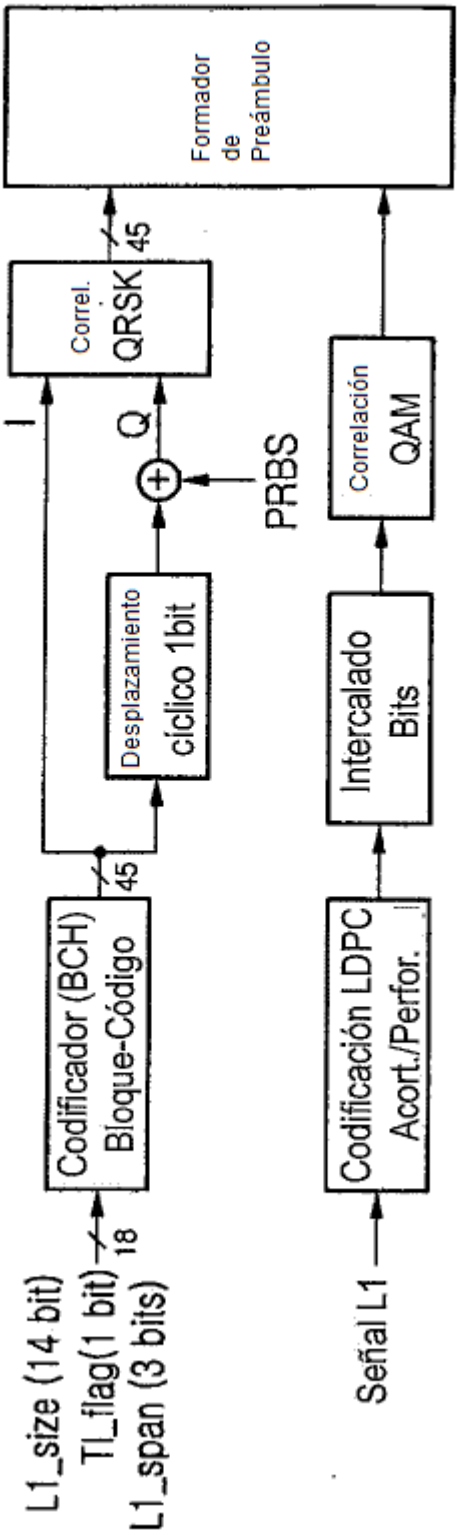

L1_size (14 bit)
TI_flag(1 bit)
L1_span (3 bits)
18
Codificador (BCH)
Bloque-Código
45
I
Desplazamiento
cíclico 1bit
Q
PRBS
Correl.
QRSK
45
Formador
de
Preámbulo
Señal L1
Codificación LDPC
Acort./Perfor.
Intercalado
Bits
Correlación
QAM

Fig. 86

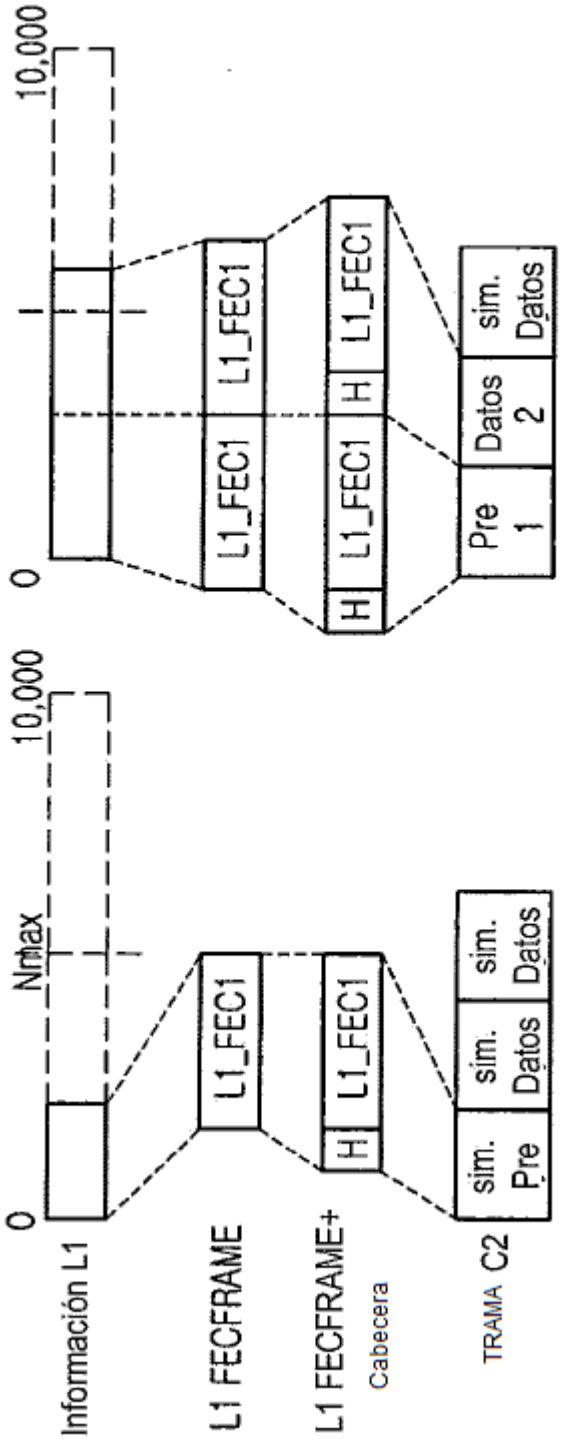

0
Información L1
Nmax
10,000
L1 FECFRAME
L1_FEC1
L1 FECFRAME+
Cabecera
H
L1_FEC1
TRAMA C2
sim. Pre
sim. Datos
sim. Datos
0
10,000
L1_FEC1
L1_FEC1
H
L1_FEC1
H
L1_FEC1
Pre 1
Datos 2
sim. Datos

Fig. 87

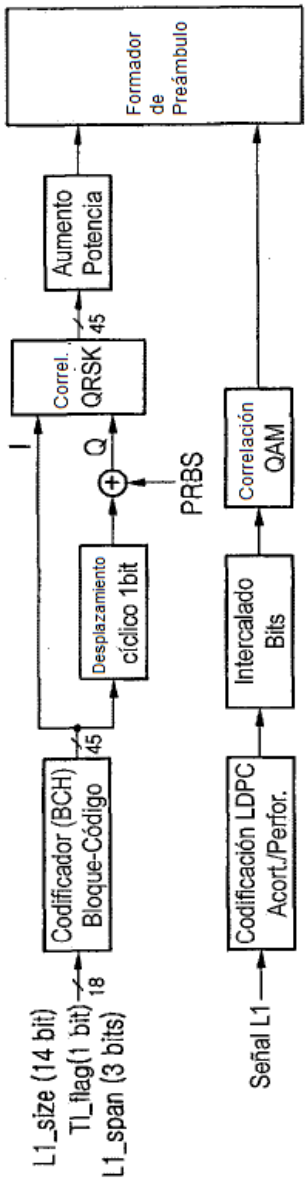

L1_size (14 bit)
TI_flag(1 bit)
L1_span (3 bits)
18
Codificador (BCH)
Bloque-Código
45
I
Desplazamiento
cíclico 1bit
Q
PRBS
Correl.
QRSK
45
Aumento
Potencia
Formador
de
Preámbulo
Señal L1
Codificación LDPC
Acort./Perfor.
Intercalado
Bits
Correlación
QAM

Fig. 88

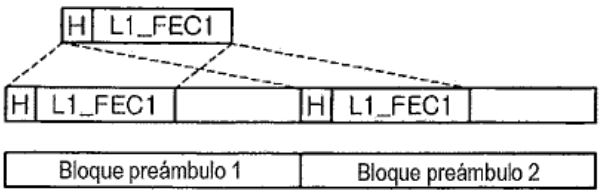

H
L1_FEC1
H
L1_FEC1
H
L1_FEC1
Bloque preámbulo 1
Bloque preámbulo 2

Fig. 89

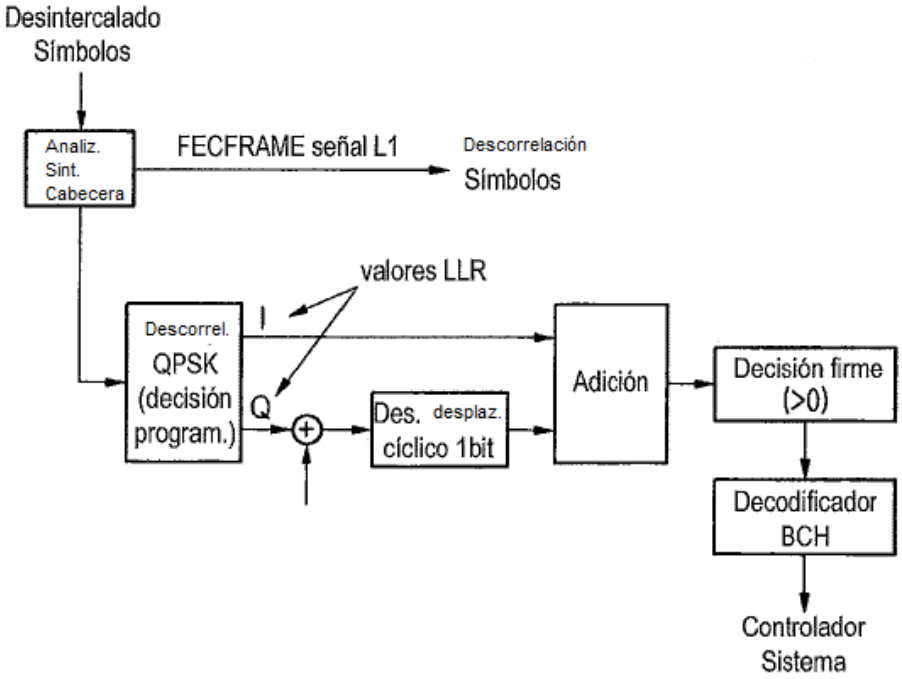

Desintercalado
Símbolos
Analiz.
Sint.
Cabecera
FECFRAME señal L1
Descorrelación
Símbolos
valores LLR
Descorrel.
QPSK
(decisión
program.)
I
Q
Des. desplaz.
cíclico 1bit
Adición
Decisión firme
(>0)
Decodificador
BCH
Controlador
Sistema

Fig. 90

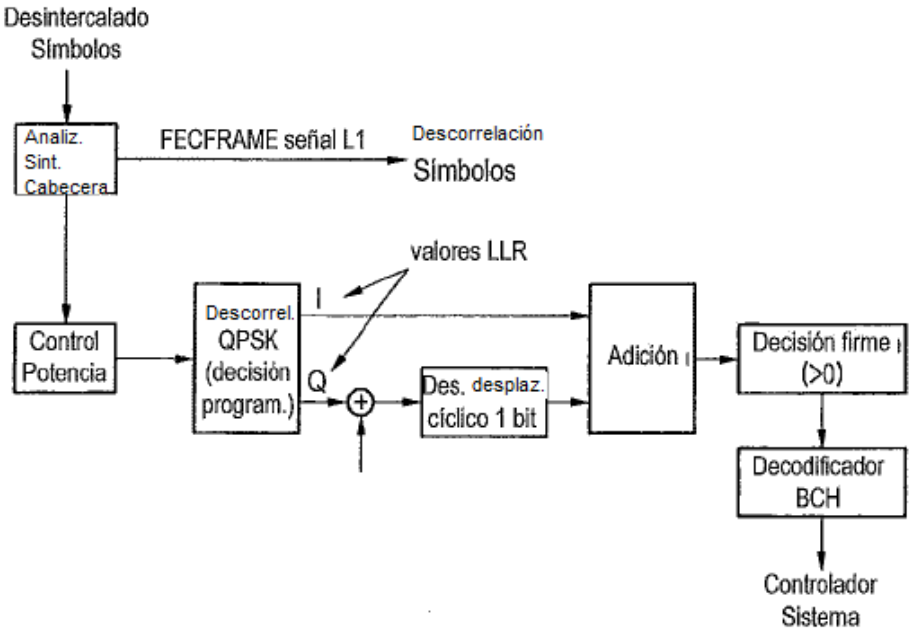

Desintercalado
Símbolos
Analiz.
Sint.
Cabecera
FECFRAME señal L1
Descorrelación
Símbolos
valores LLR
Control
Potencia
Descorrel.
QPSK
(decisión
program.)
I
Q
Des. desplaz.
cíclico 1 bit
Adición
Decisión firme
(>0)
Decodificador
BCH
Controlador
Sistema

Fig. 91

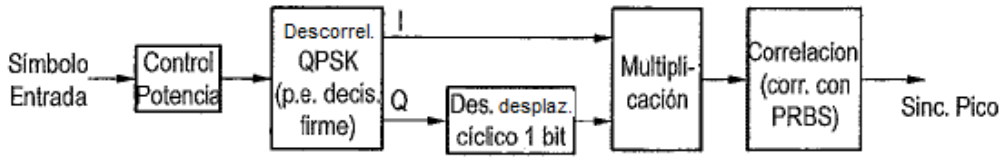

Símbolo
Entrada
Control
Potencia
Descorrel.
QPSK
(p.e. decis.
firme)
I
Q
Des. desplaz.
cíclico 1 bit
Multipli-
cación
Correlacion
(corr. con
PRBS)
Sinc. Pico

Fig. 92

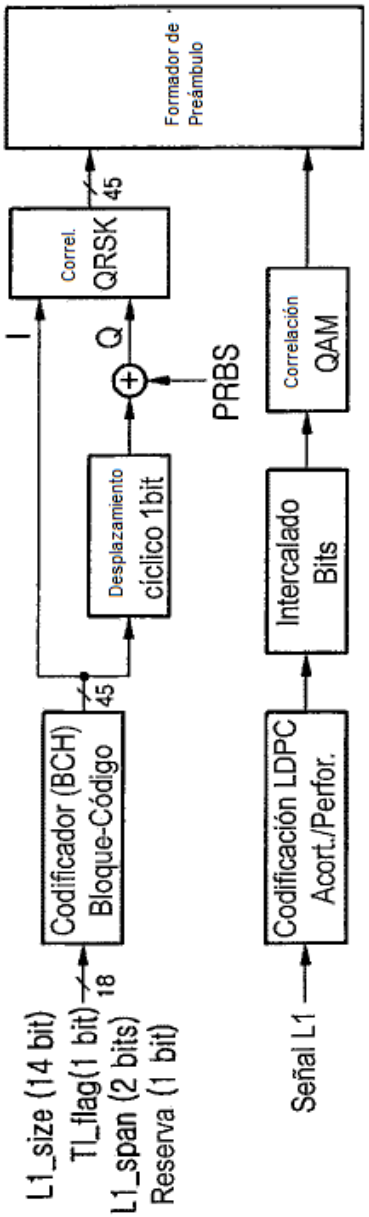

L1_size (14 bit)
TL_flag(1 bit)
L1_span (2 bits)
Reserva (1 bit)
18
Codificador (BCH)
Bloque-Código
45
Señal L1
Codificación LDPC
Acort./Perfor.
Intercalado
Bits
Correlación
QAM
Desplazamiento
cíclico 1bit
PRBS
Q
I
Correl.
QRSK
45
Formador de
Preámbulo

Fig. 93

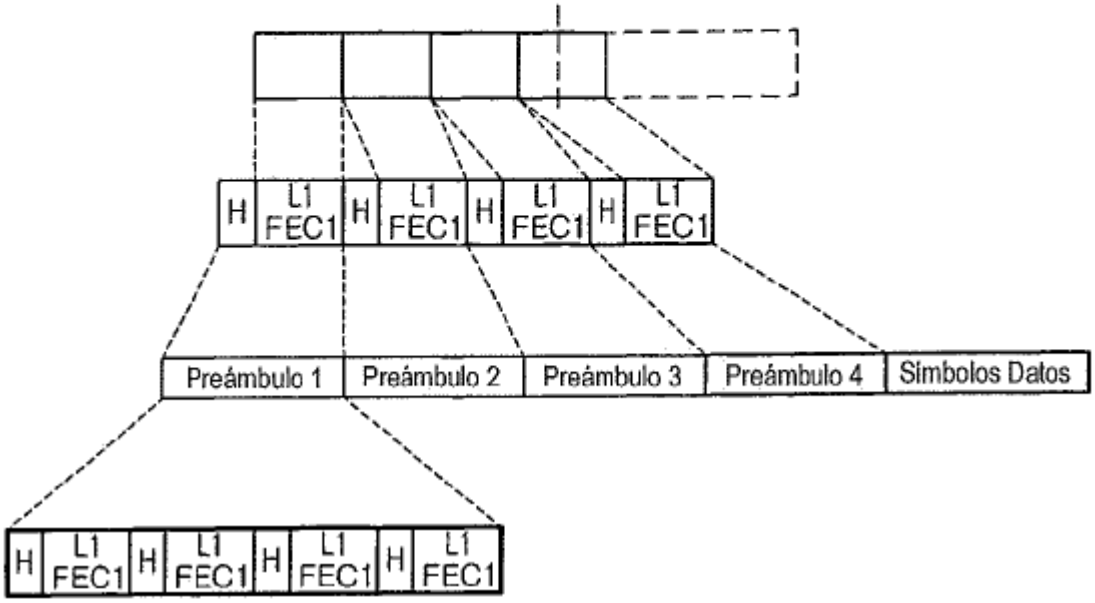

H
L1 FEC1
H
L1 FEC1
H
L1 FEC1
H
L1 FEC1
Preámbulo 1
Preámbulo 2
Preámbulo 3
Preámbulo 4
Símbolos Datos
H
L1 FEC1
H
L1 FEC1
H
L1 FEC1
H
L1 FEC1

Fig. 94

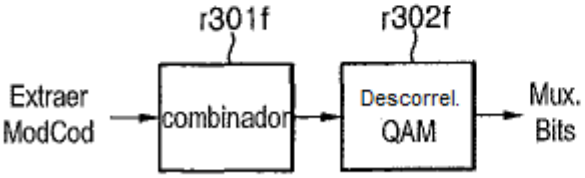

r301f
r302f
Extraer ModCod
combinador
Descorrel. QAM
Mux. Bits

Fig. 95

Campo	Bits	
L1_size	14	tamaño bloque L1 (bits)
num_chbon	3	número de canales unidos
num_dslice	8	número de segmentos de datos
num_plp	8	número de PLPs
num_notch	5	número de bandas de muesca
for dslice {		
chbon_index	3	índice canales unidos
dslice_start	9	inicio de segmentos de datos en un canal (8 MHz)
dslice_width	9	anchura del segmento de datos
dslice_time_intrlv	1	intercalado de tiempo on/off
dslice_type	1	tipo 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 PLP (TS, GS, ...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	tipo modulación PLP
plp_fec_type	1	tipo FEC PLP (largo/corto)
plp_cod	3	índice código PLP
plp_start	21	dirección inicio PLP
}		
}		
for notch {		
chbon_index	3	índice canales unidos
notch_start	9	inicio de banda de muesca en un canal (8 MHz)
notch_width	9	anchura de banda de muesca
}		
gi	1	modo de intervalo de guarda
sframe_id	16	ID supertrama
frame_id	16	ID trama
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
Total	19458	

El número de bits de información L1 varía según las diferentes configuraciones/condiciones

Fig. 96

Campo	Bits	
L1_size	14	tamaño bloque L1 (bits)
num_chbon	3	número de canales unidos
num_dslice	8	número de segmentos de datos
num_plp	8	número de PLPs
num_notch	5	número de bandas de muesca
for dslice {		
chbon_index	3	índice canales unidos
dslice_start	9	inicio de segmentos de datos en un canal (8 MHz)
dslice_width	9	anchura del segmento de datos
dslice_time_intrlv	1	intercalado de tiempo encendido/apagado
dslice_type	1	tipo 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 PLP (TS, GS, ...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	tipo modulación PLP
plp_fec_type	1	tipo FEC PLP (largo/corto)
plp_cod	3	índice código PLP
plp_start	14	dirección inicio PLP
}		
}		
for notch {		
chbon_index	3	índice canales unidos
notch_start	9	inicio de banda de muesca en un canal (8 MHz)
notch_width	9	anchura de banda de muesca
}		
gi	1	modo de intervalo de guarda
sframe_id	16	ID supertrama
frame_id	16	ID trama
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
Total	17666	

El número de bits de información L1 varía según las diferentes 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

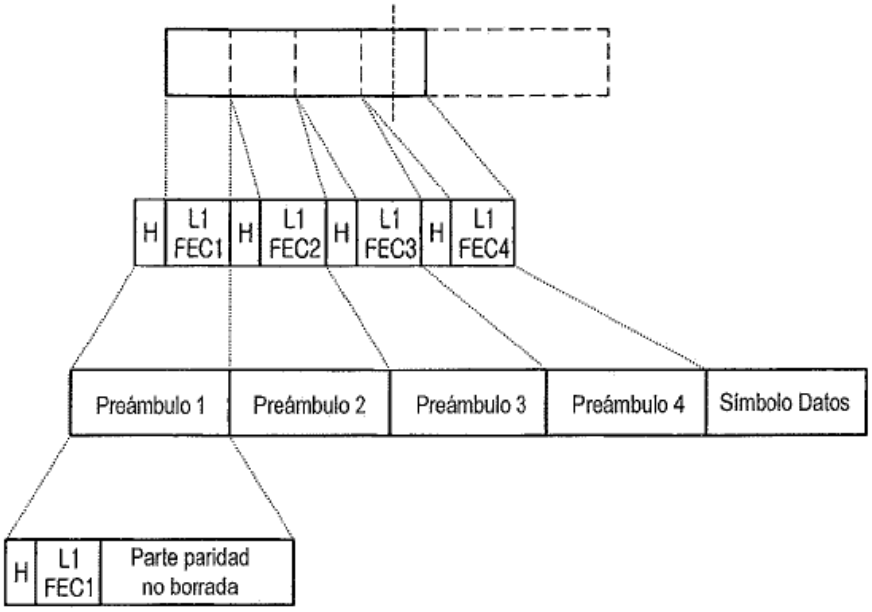


Fig. 99

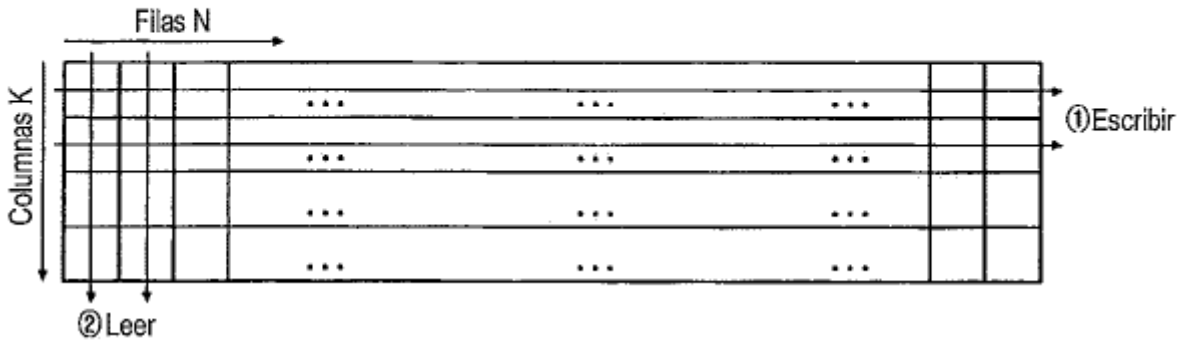


Fig. 100

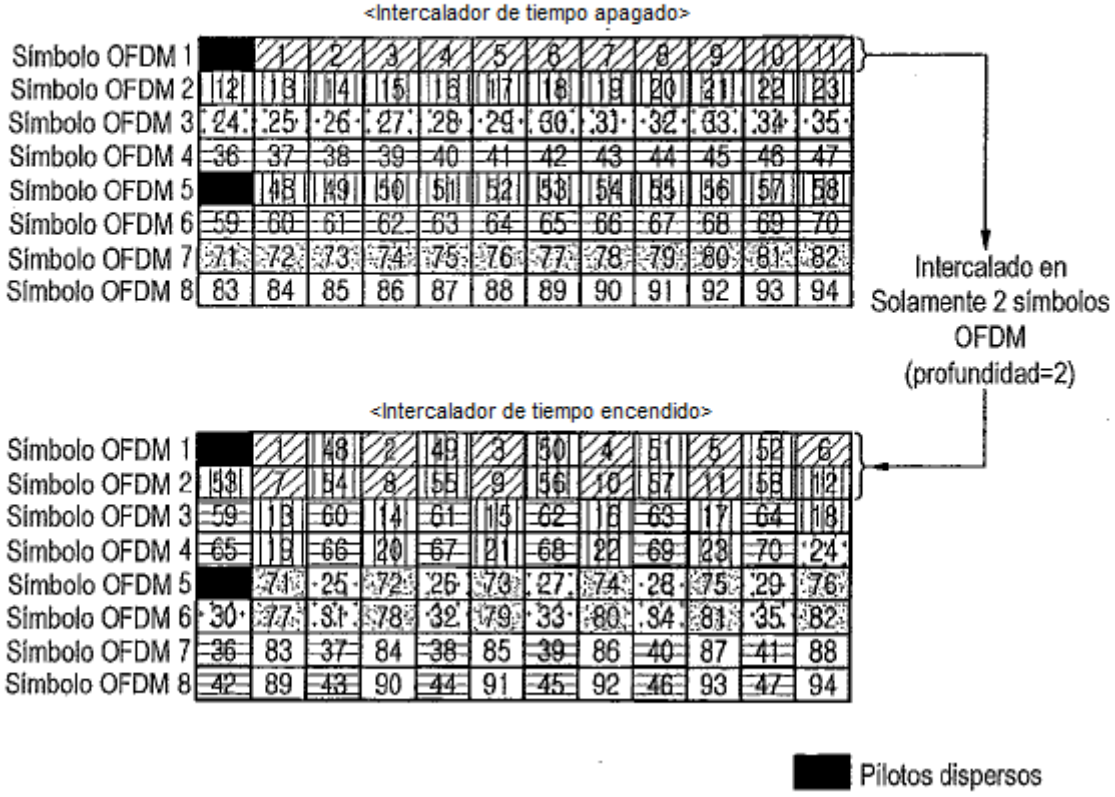


Fig. 101

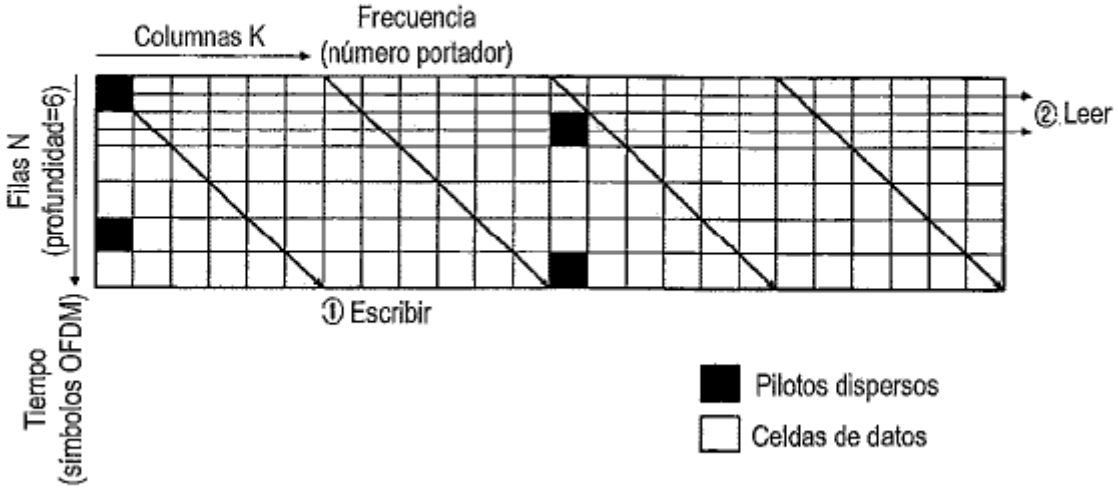


Fig. 102

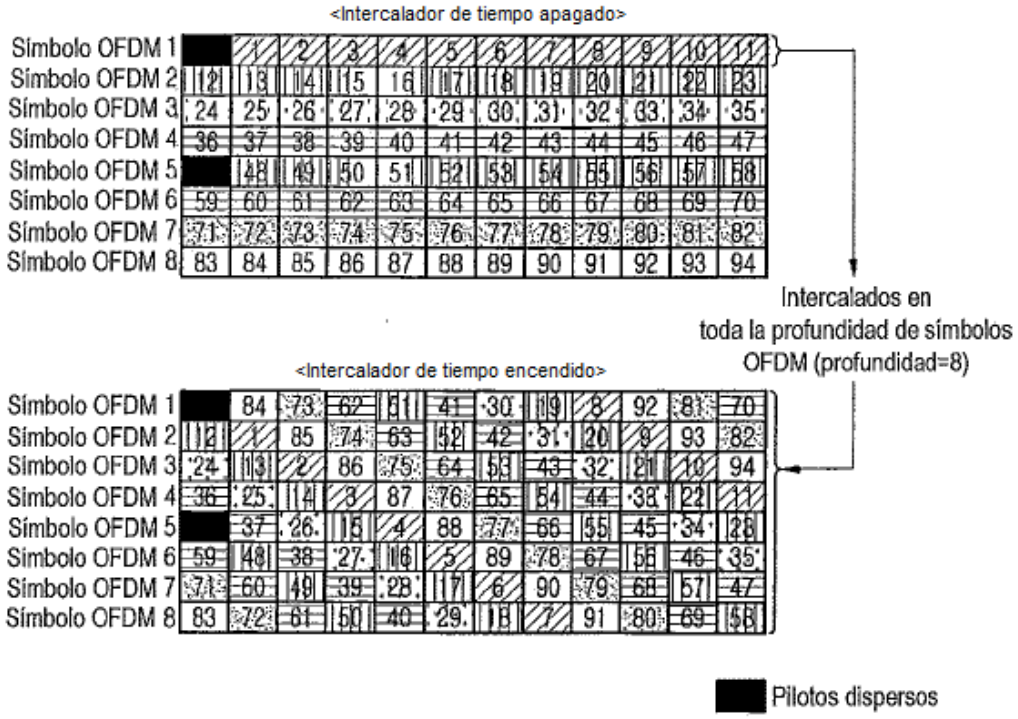


Fig. 103

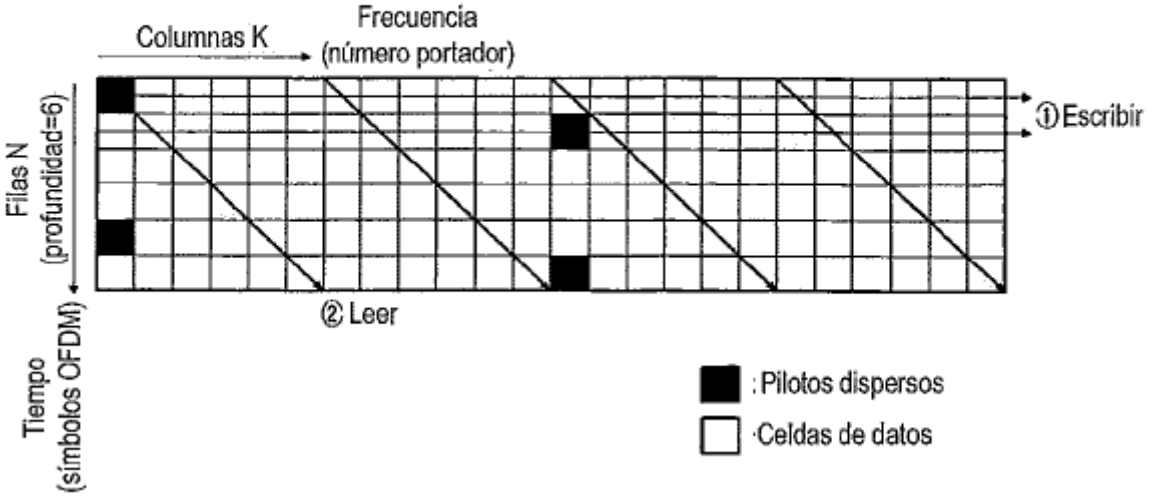


Fig. 104

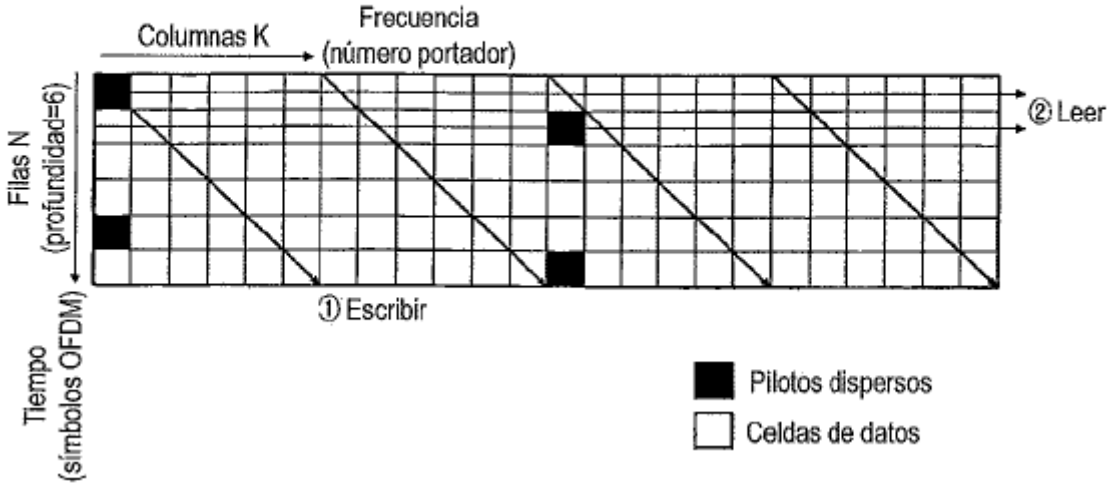


Fig. 105

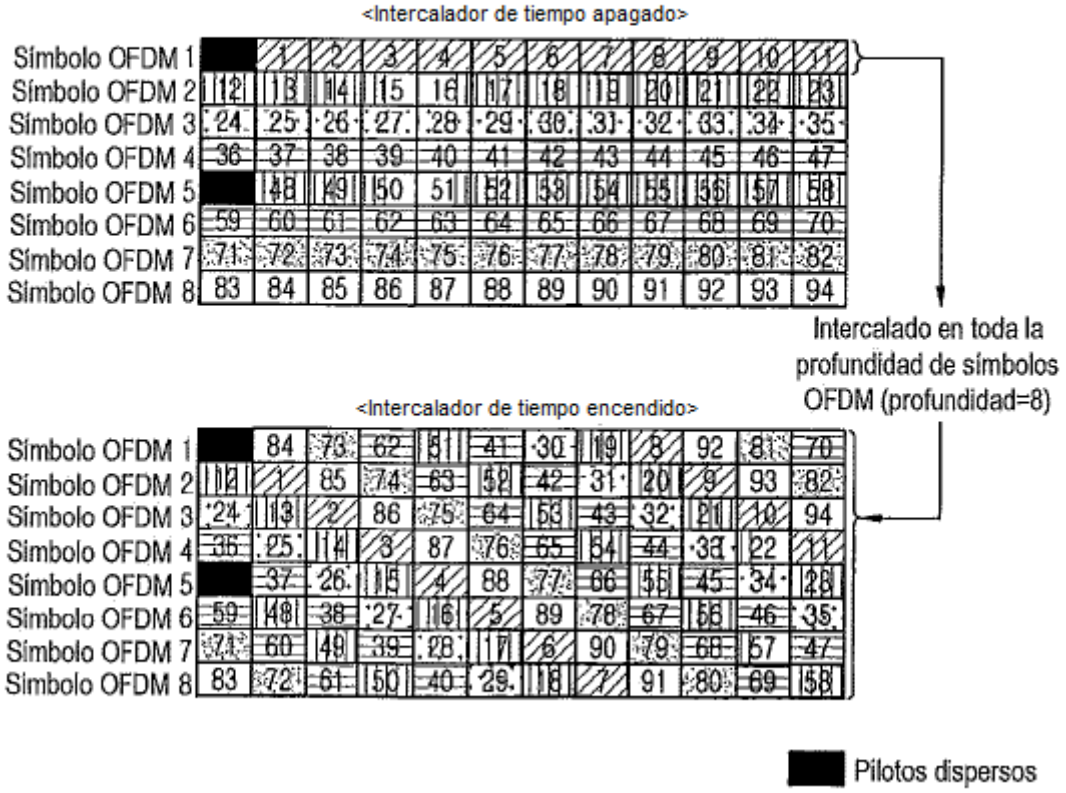
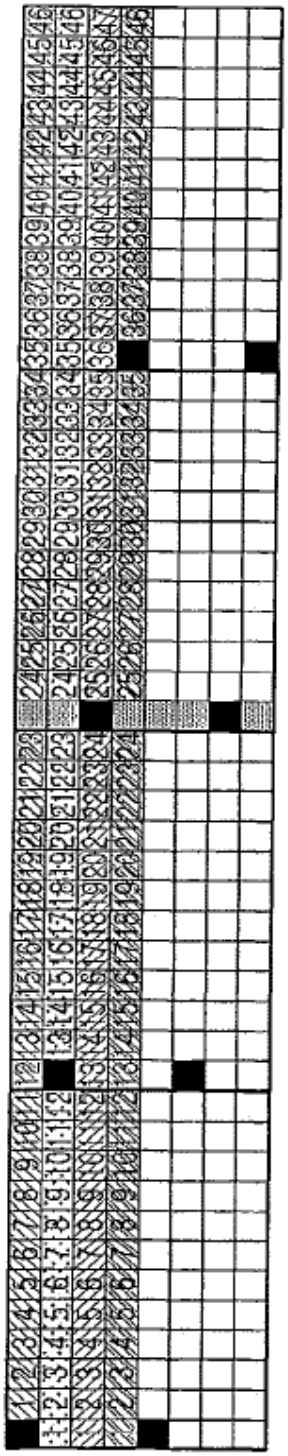
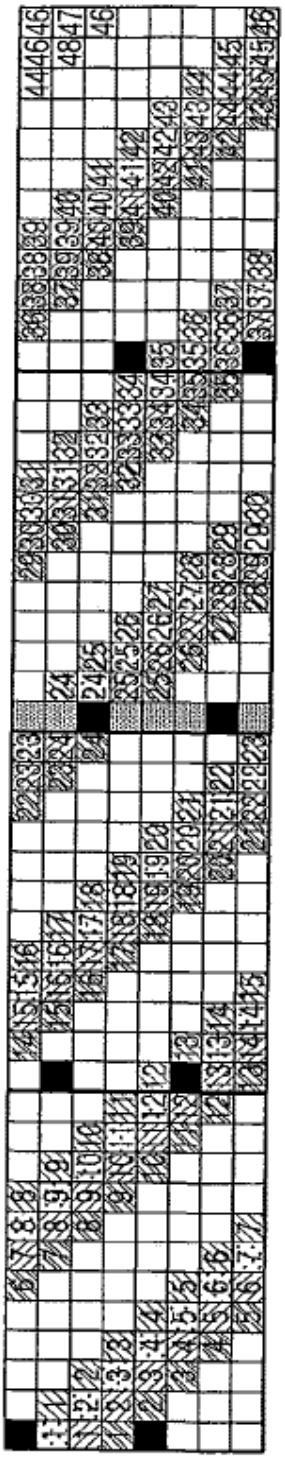

<Intercalador de tiempo apagado>
Símbolo OFDM 1
Símbolo OFDM 2
Símbolo OFDM 3
Símbolo OFDM 4
Símbolo OFDM 5
Símbolo OFDM 6
Símbolo OFDM 7
Símbolo OFDM 8
Intercalado en toda la profundidad de símbolos OFDM (profundidad=8)
<Intercalador de tiempo encendido>
Pilotos dispersos

Fig. 106



Después de aplicar
Intercalado de Tiempo



Antes de aplicar
Intercalado de Tiempo

```
RA=0; CA=0;

while I<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 fila
CA = Dirección columna
nCell = # de celdas en bloque TI

Memoria encabezado = 2%

Fig. 107

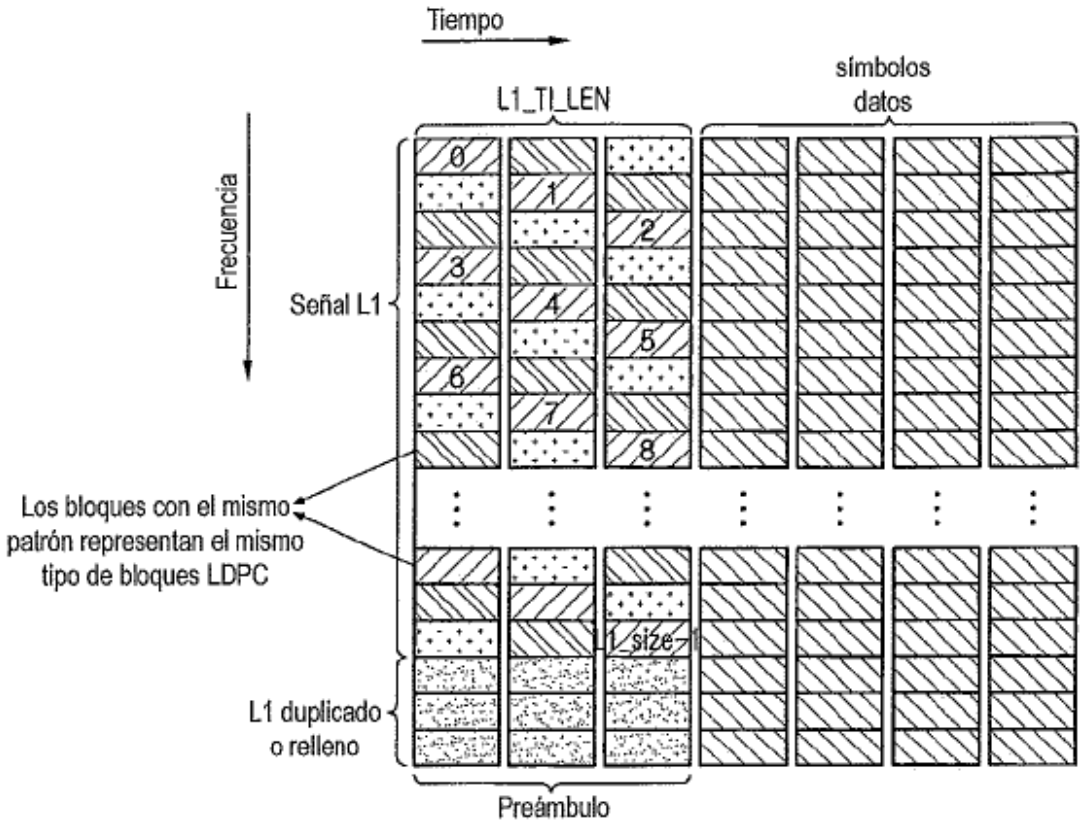


Fig. 108

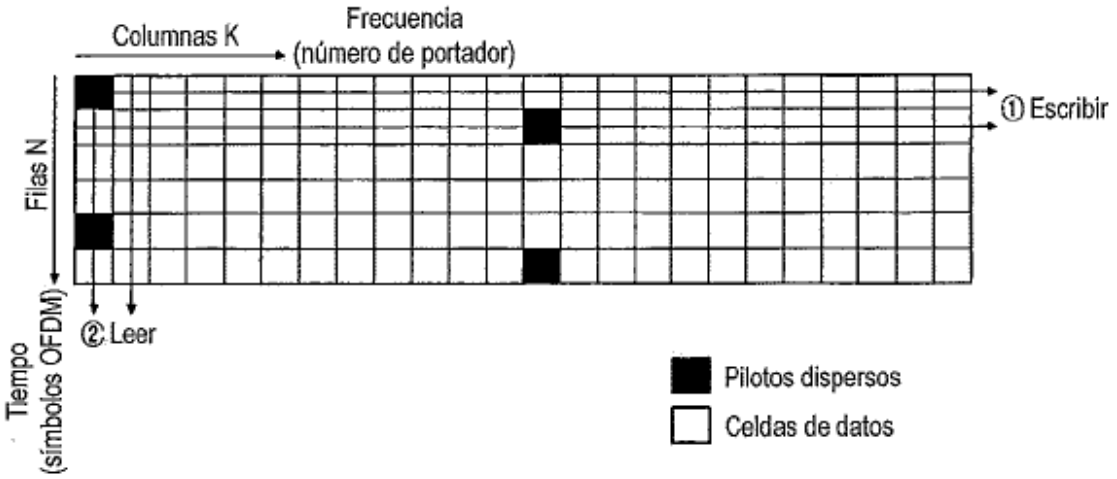


Fig. 109

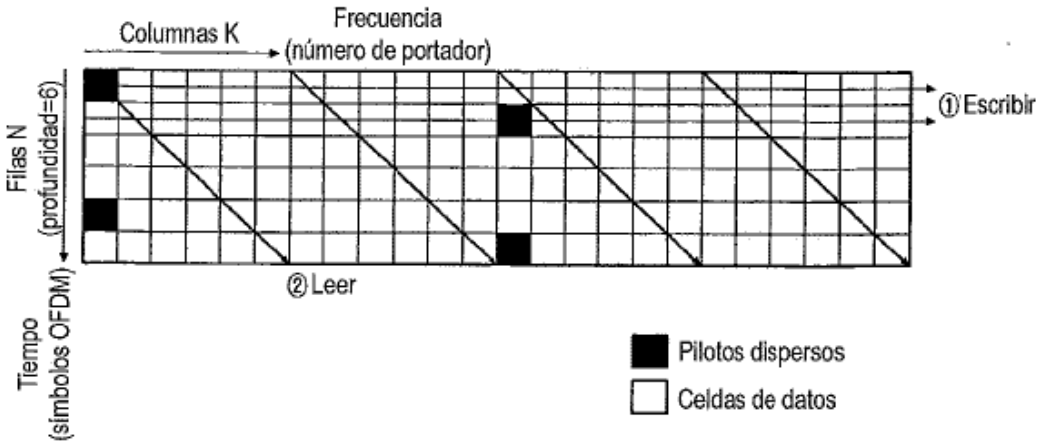


Fig. 110

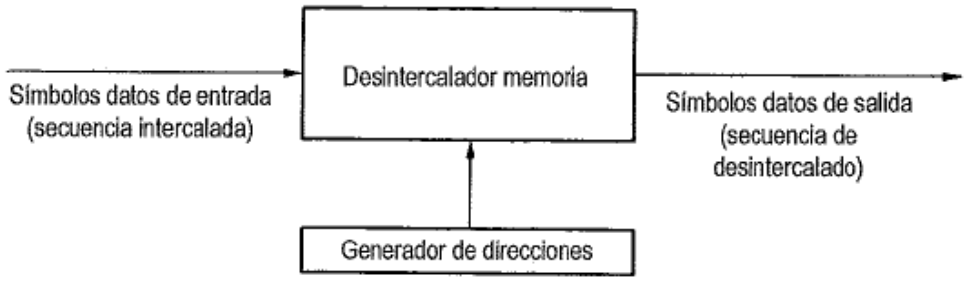


Fig. 111

		i=0												i=12											i=23
j=0	Ri,j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ci,j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
j=1	Ri,j	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4
	Ci,j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
j=2	Ri,j	0	2	4	6	0	2	4	6	0	2	4	6	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7
	Ci,j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
j=3	Ri,j	0	3	6	1	4	7	2	5	0	3	6	1	1	4	7	2	5	0	3	6	1	4	7	2
	Ci,j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Fig. 112

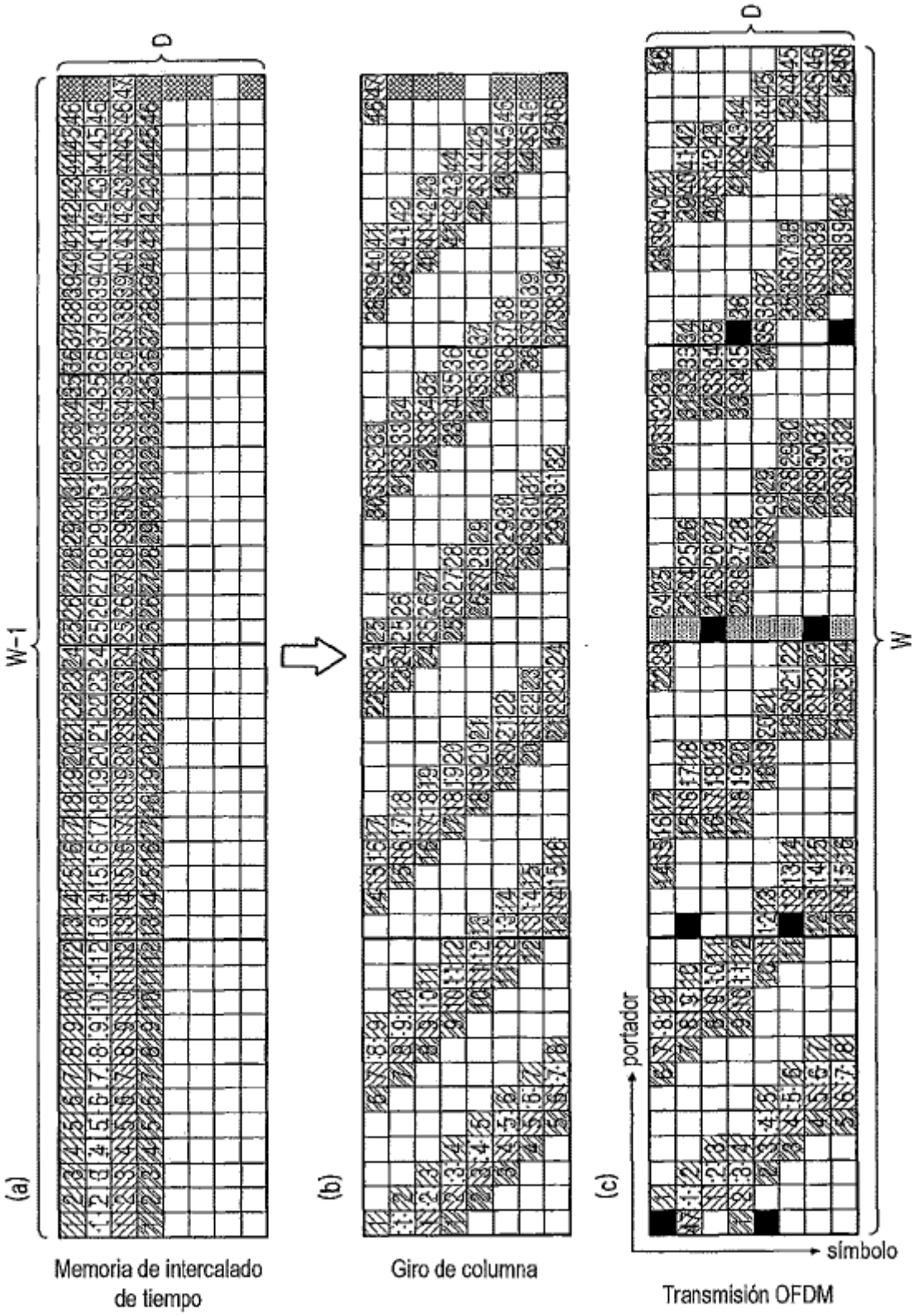

(a)
W-1
D
Memoria de intercalado de tiempo
(b)
Giro de columna
(c)
portador
símbolo
W
D
Transmisión OFDM

Fig. 113

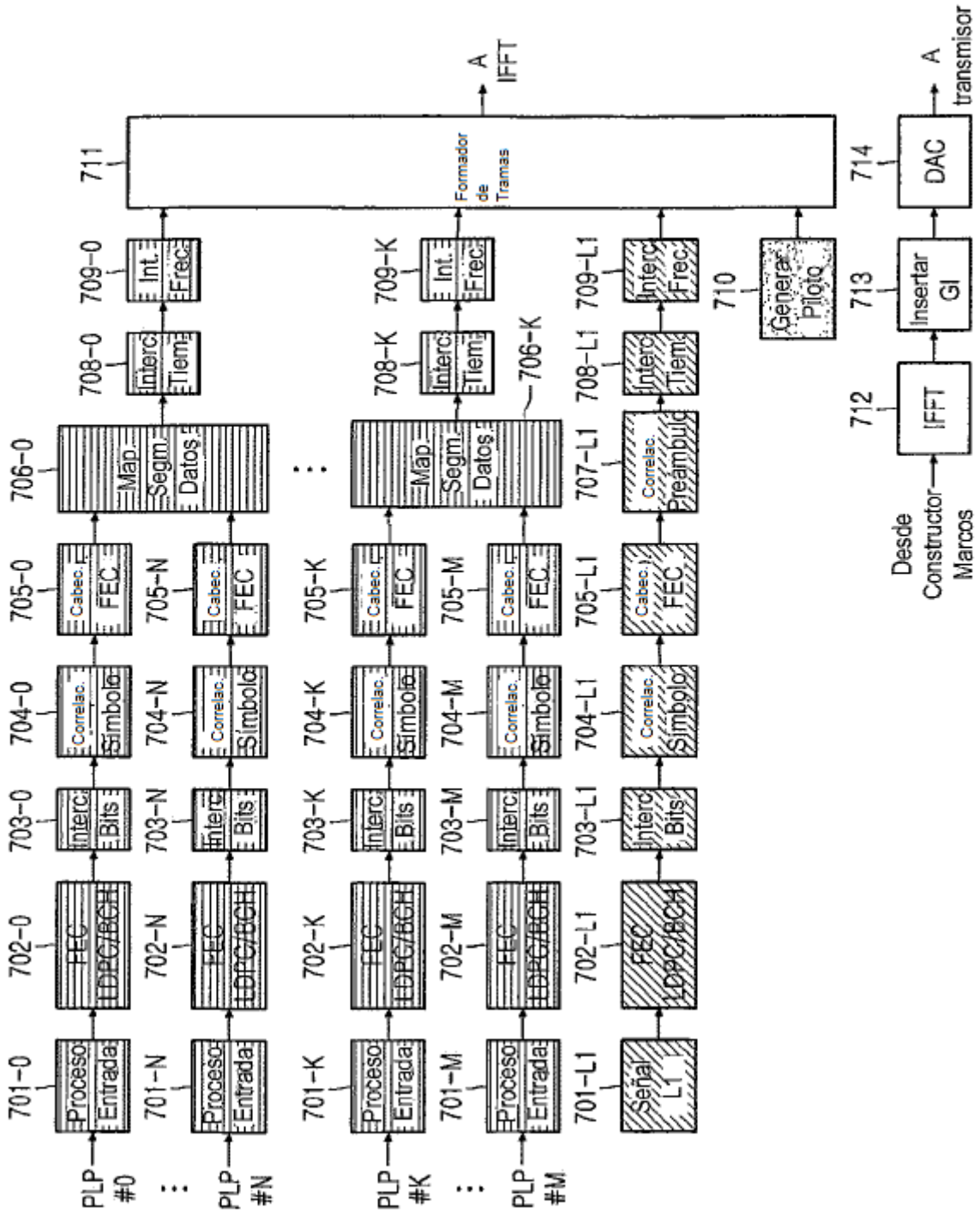

PLP #0
PLP #N
PLP #K
PLP #M
701-0
701-N
701-K
701-M
701-L1
Proceso Entrada
Señal L1
702-0
702-N
702-K
702-M
702-L1
FEC LDPC/BCH
703-0
703-N
703-K
703-M
703-L1
Interc. Bits
704-0
704-N
704-K
704-M
704-L1
Correlac. Símbolo
705-0
705-N
705-K
705-M
705-L1
Cabec. FEC
706-0
706-K
Map. Segm. Datos
707-L1
Correlac. Preámbulo
708-0
708-K
708-L1
Interc. Tiem.
709-0
709-K
709-L1
Int. Frec.
710
Genera Piloto
711
Formador de Tramas
A IFFT
712
IFFT
713
Insertar GI
714
DAC
A transmisor
Desde Constructor Marcos

Fig. 114

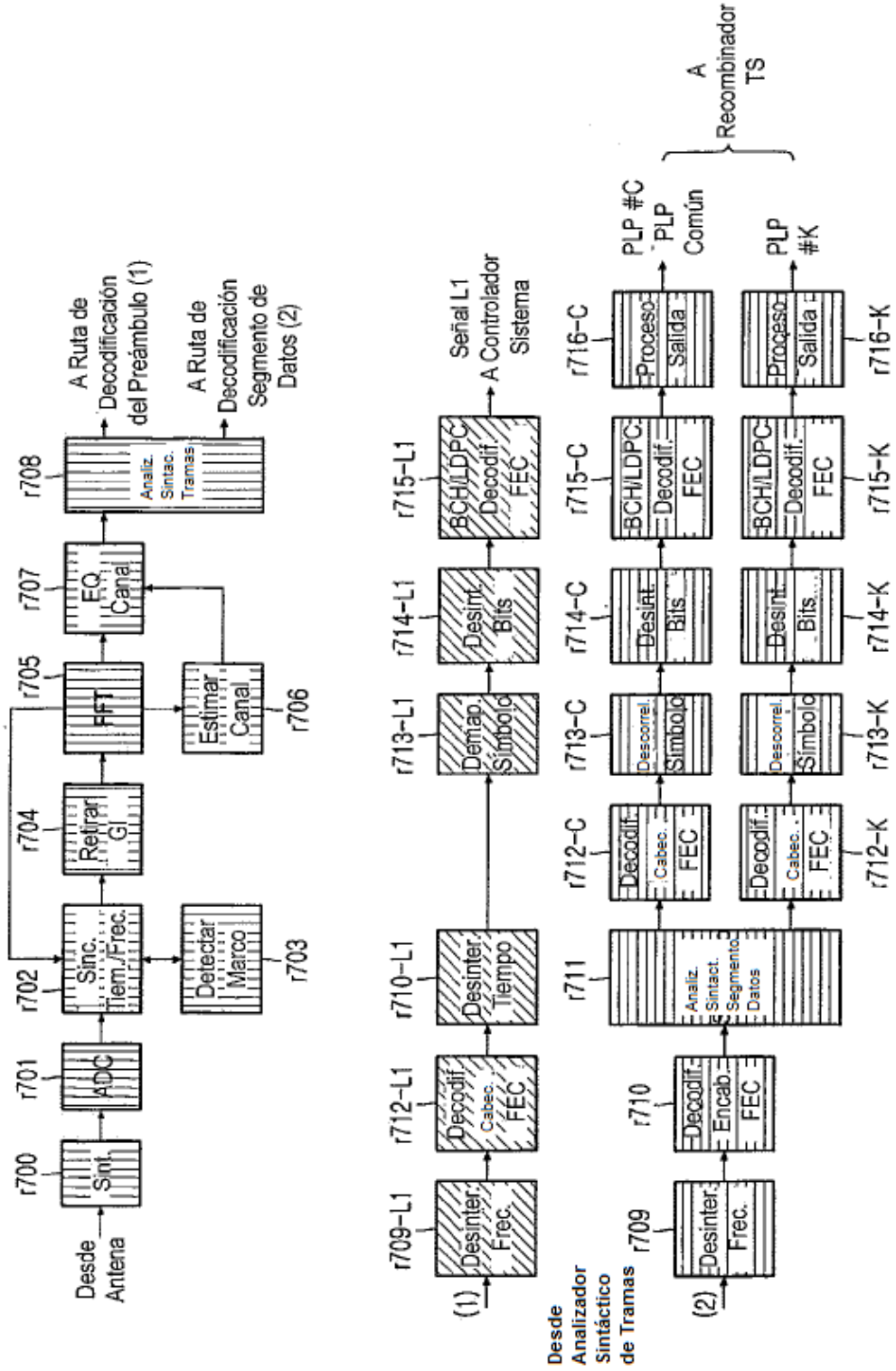

Desde Antena
r700
Sint.
r701
ADC
r702
Sinc. Tiem./Frec.
r703
Detectar Marco
r704
Retirar GI
r705
FFT
r706
Estimar Canal
r707
EQ. Canal
r708
Analiz. Sintac. Tramas
A Ruta de Decodificación del Preámbulo (1)
A Ruta de Decodificación Segmento de Datos (2)
(1)
Desde Analizador Sintáctico de Tramas
r709-L1
Desinter. Frec.
r712-L1
Decodif. Cabec. FEC
r710-L1
Desinter. Tiempo
r713-L1
Demap. Símbolo
r714-L1
Desint. Bits
r715-L1
BCH/LDPC Decodif. FEC
Señal L1 A Controlador Sistema
(2)
r709
Desinter. Frec.
r710
Decodif. Encab. FEC
r711
Analiz. Sintact. Segmento Datos
r712-C
Decodif. Cabec. FEC
r713-C
Descorrel. Símbolo
r714-C
Desint. Bits
r715-C
BCH/LDPC Decodif. FEC
r716-C
Proceso Salida
PLP #C PLP Común
r712-K
Decodif. Cabec. FEC
r713-K
Descorrel. Símbolo
r714-K
Desint. Bits
r715-K
BCH/LDPC Decodif. FEC
r716-K
Proceso Salida
PLP #K
A Recombinador TS

Fig. 115

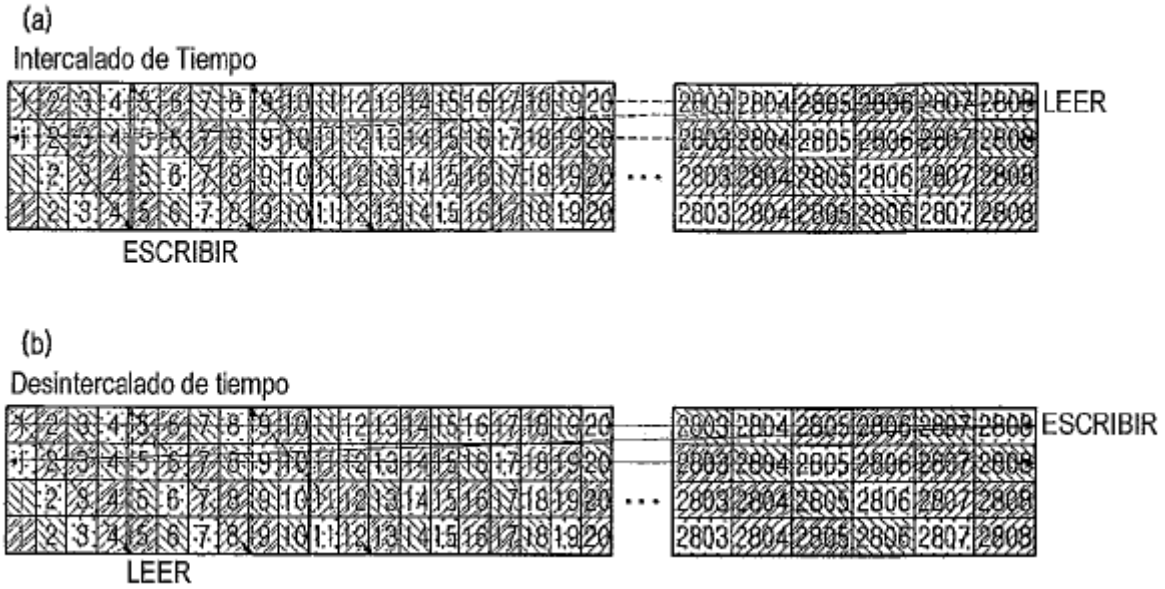

(a)
Intercalado de Tiempo
LEER
ESCRIBIR
(b)
Desintercalado de tiempo
ESCRIBIR
LEER

Fig. 116

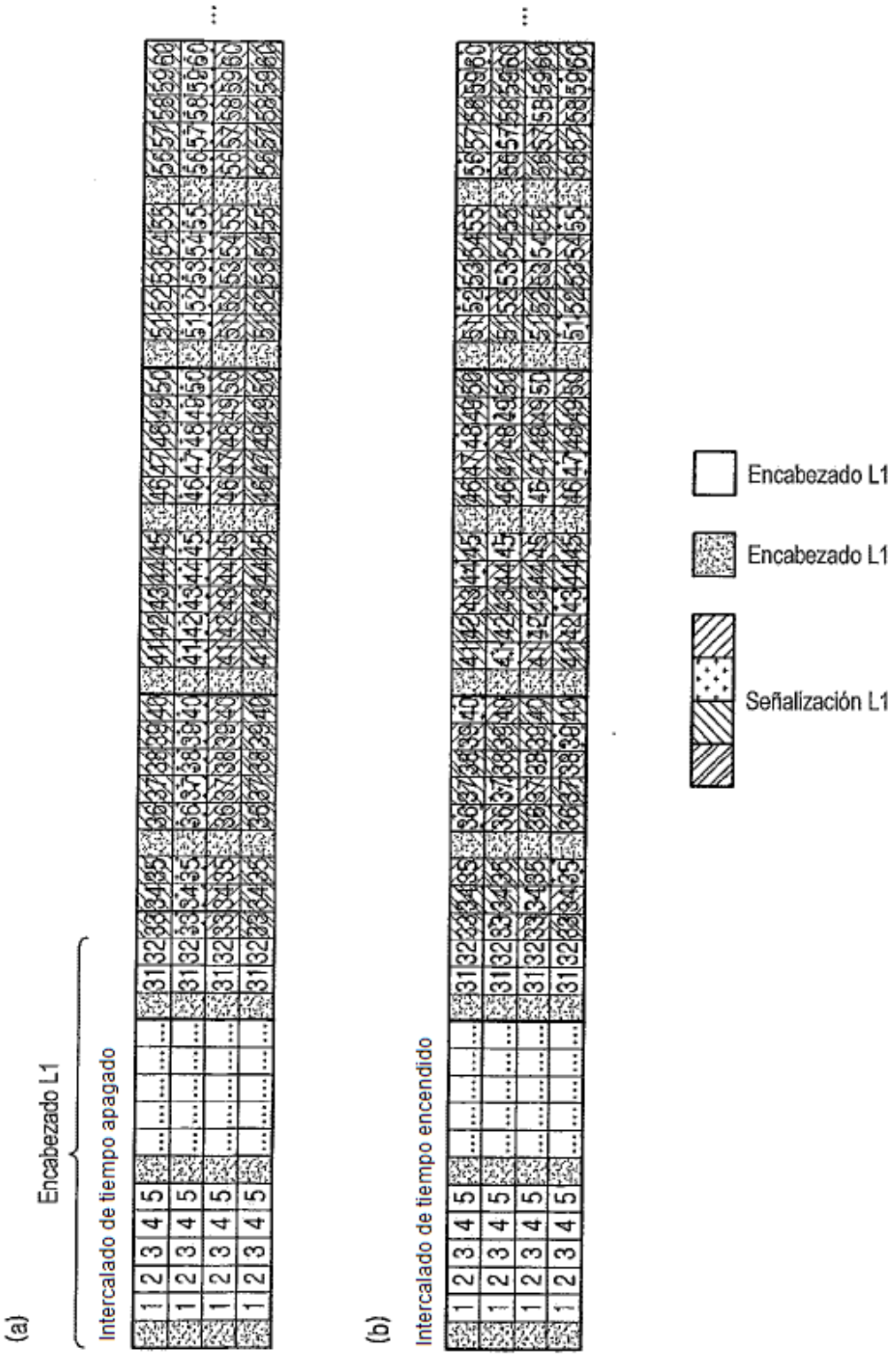

(a)
Encabezado L1
Intercalado de tiempo apagado
(b)
Intercalado de tiempo encendido
Encabezado L1
Encabezado L1
Señalización L1

Fig. 117

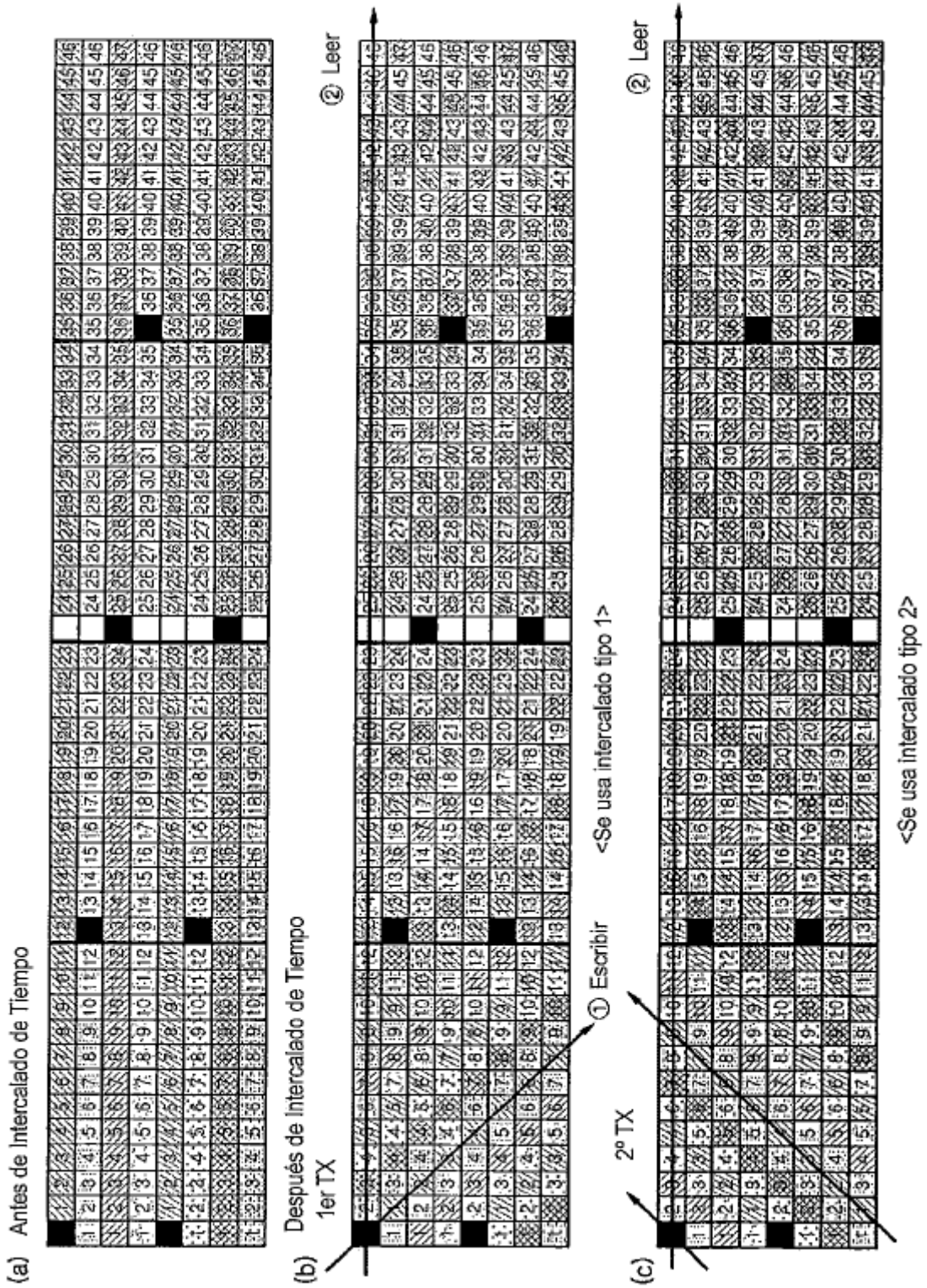
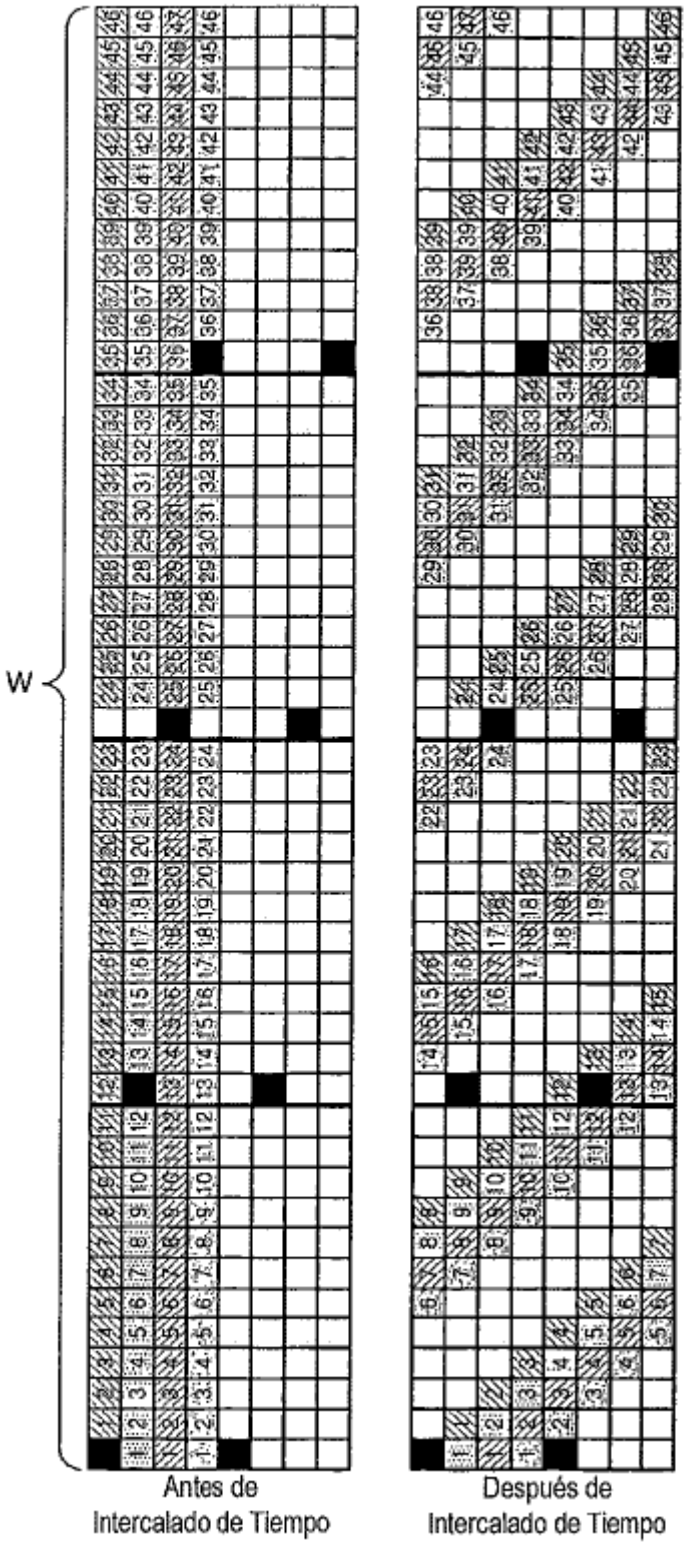

(a) Antes de Intercalado de Tiempo
(b) Después de Intercalado de Tiempo
1er TX
② Leer
① Escribir
<Se usa intercalado tipo 1>
(c)
2º TX
② Leer
<Se usa intercalado tipo 2>

Fig. 118



muestra i-ésima, incluyendo piloto

N=D*W;
i=0,1,2,....,N-1;

Ci= i mod W;
Tw=Cimod D;
Ri= ((i divW)+Tw) mod D;

Li(1) =Ri*W+Ci ;
O
Li(2) =Ci*D+Ri

N = # de celdas en bloque TI
D = Profundidad de intercalado
W = Anchura segmento de datos

Encabezado memoria = 2%

■ Piloto disperso
□ Piloto continuo

Fig. 119

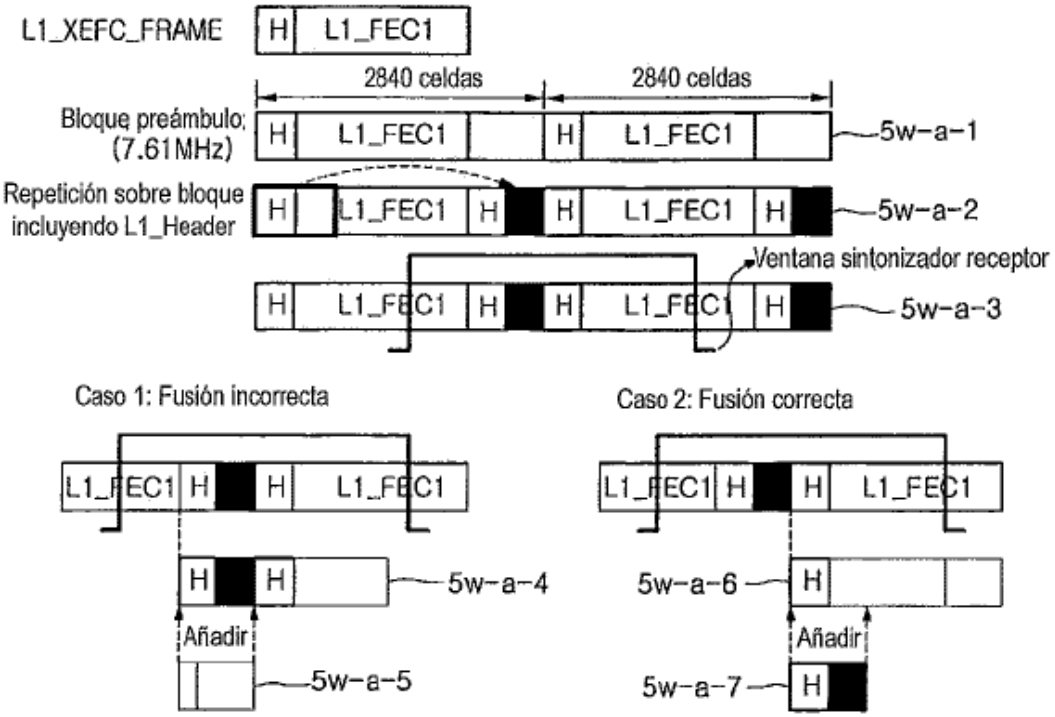


Fig. 120

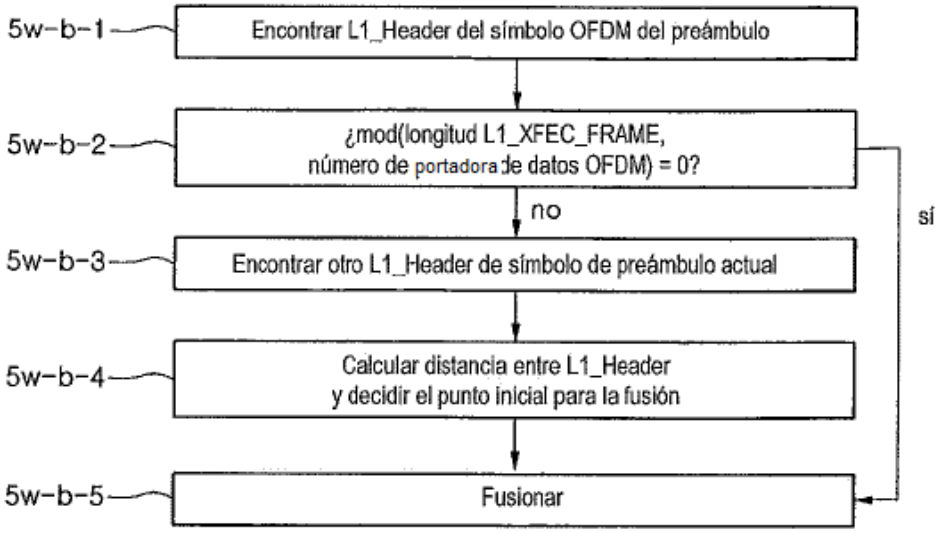


Fig. 121

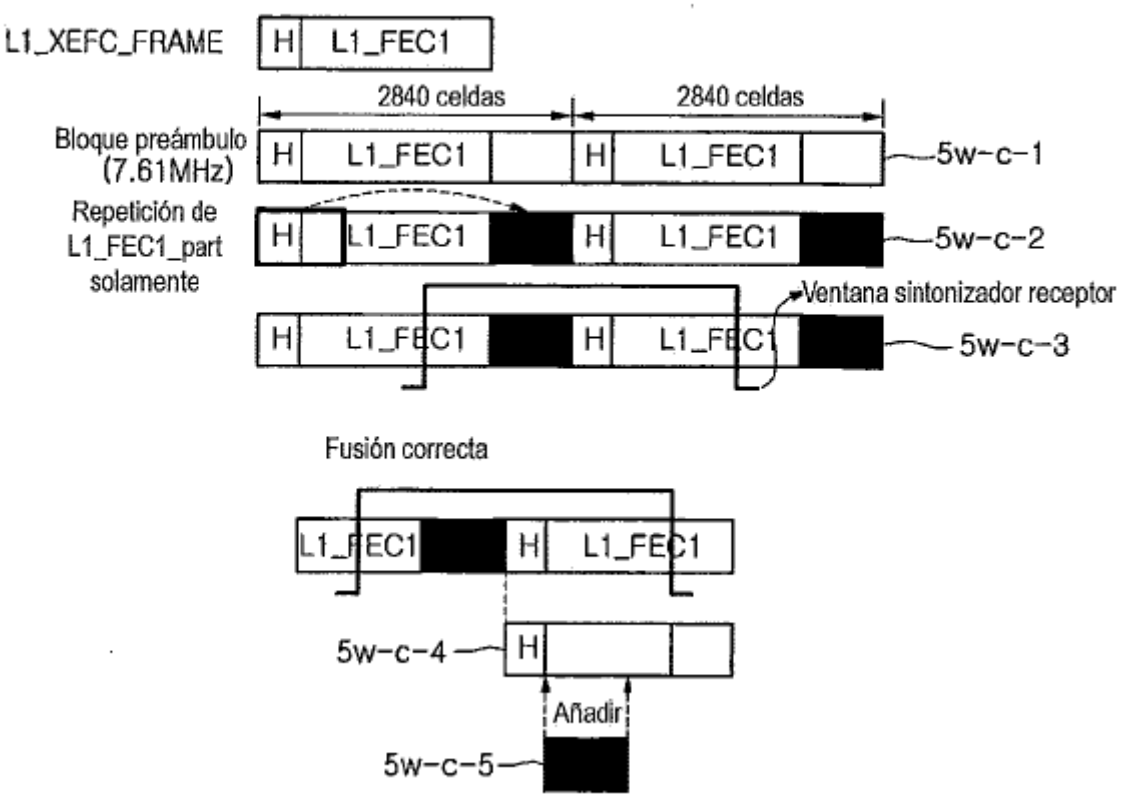

L1_XEFC_FRAME
H
L1_FEC1
2840 celdas
2840 celdas
Bloque preámbulo
(7.61MHz)
5w-c-1
Repetición de
L1_FEC1_part
solamente
5w-c-2
Ventana sintonizador receptor
5w-c-3
Fusión correcta
5w-c-4
Añadir
5w-c-5

Fig. 122

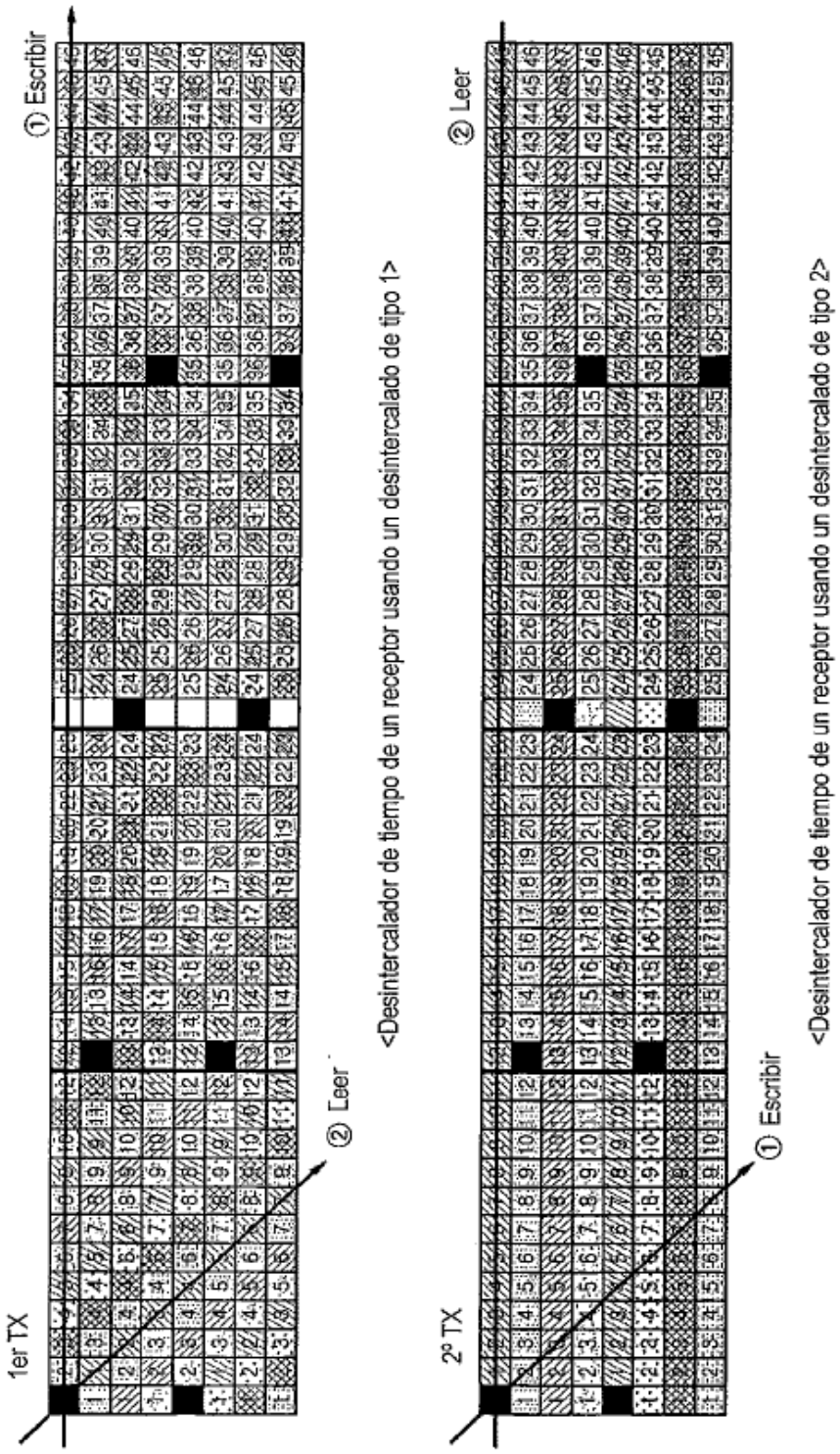

1er TX
① Escribir
② Leer
<Desintercalador de tiempo de un receptor usando un desintercalado de tipo 1>
2º TX
② Leer
① Escribir
<Desintercalador de tiempo de un receptor usando un desintercalado de tipo 2>

Fig. 123

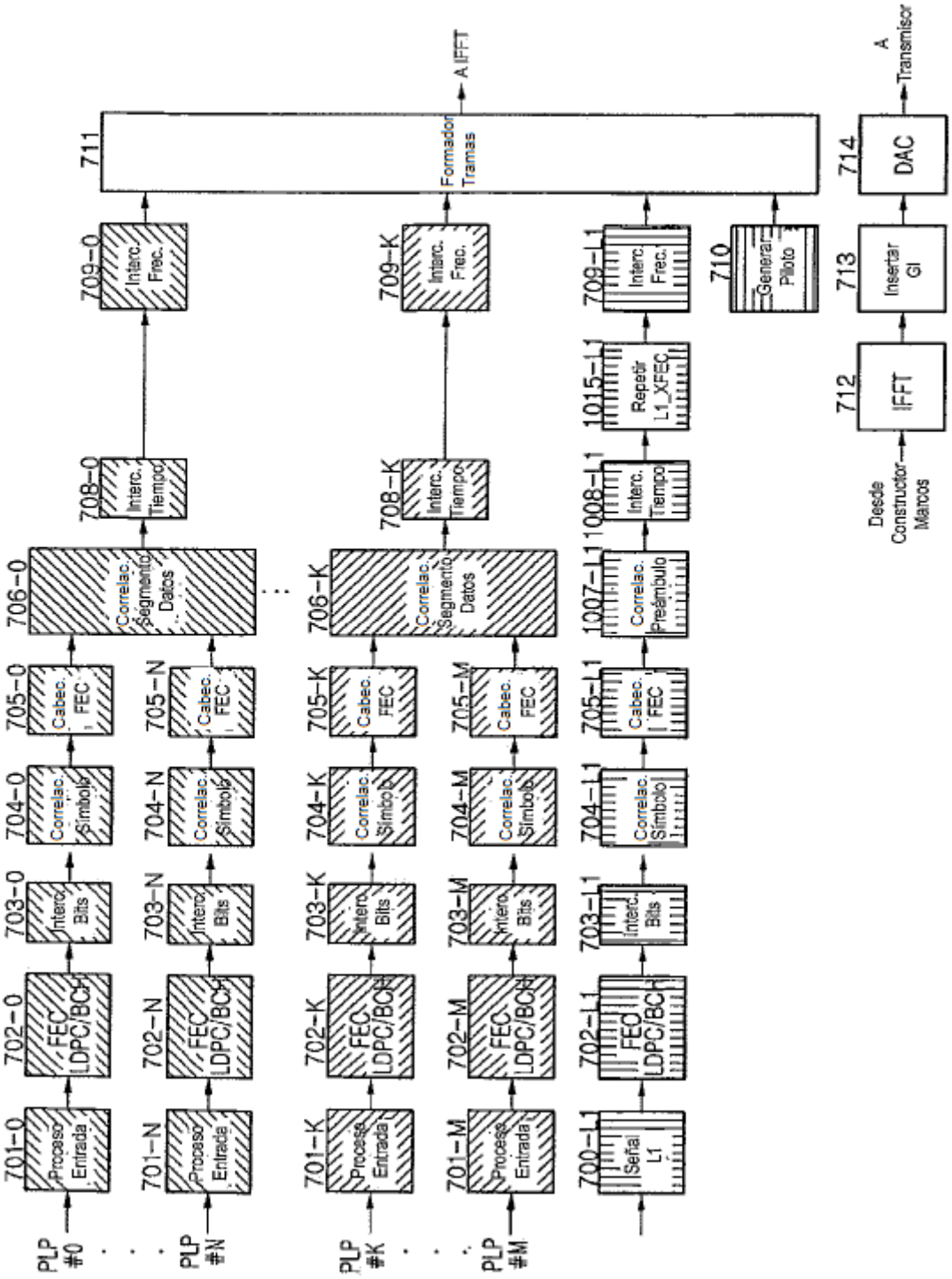

PLP #0
PLP #N
PLP #K
PLP #M
701-0
Proceso Entrada
701-N
Proceso Entrada
701-K
Proceso Entrada
701-M
Proceso Entrada
702-0
FEC LDPC/BCH
702-N
FEC LDPC/BCH
702-K
FEC LDPC/BCH
702-M
FEC LDPC/BCH
703-0
Interc. Bits
703-N
Interc. Bits
703-K
Interc. Bits
703-M
Interc. Bits
704-0
Correlac. Símbolo
704-N
Correlac. Símbolo
704-K
Correlac. Símbolo
704-M
Correlac. Símbolo
705-0
Cabec. FEC
705-N
Cabec. FEC
705-K
Cabec. FEC
705-M
Cabec. FEC
706-0
Correlac. Segmento Datos
706-K
Correlac. Segmento Datos
708-0
Interc. Tiempo
708-K
Interc. Tiempo
709-0
Interc. Frec.
709-K
Interc. Frec.
711
Formador Tramas
A IFFT
700-L1
Señal L1
702-L1
FEC LDPC/BCH
703-L1
Interc. Bits
704-L1
Correlac. Símbolo
705-L1
Cabec. FEC
1007-L1
Correlac. Preámbulo
1008-L1
Interc. Tiempo
1015-L1
Repetir L1_XFEC
709-L1
Interc. Frec.
710
Generar Piloto
712
IFFT
Desde Constructor Marcos
713
Insertar GI
714
DAC
A Transmisor

Fig. 124

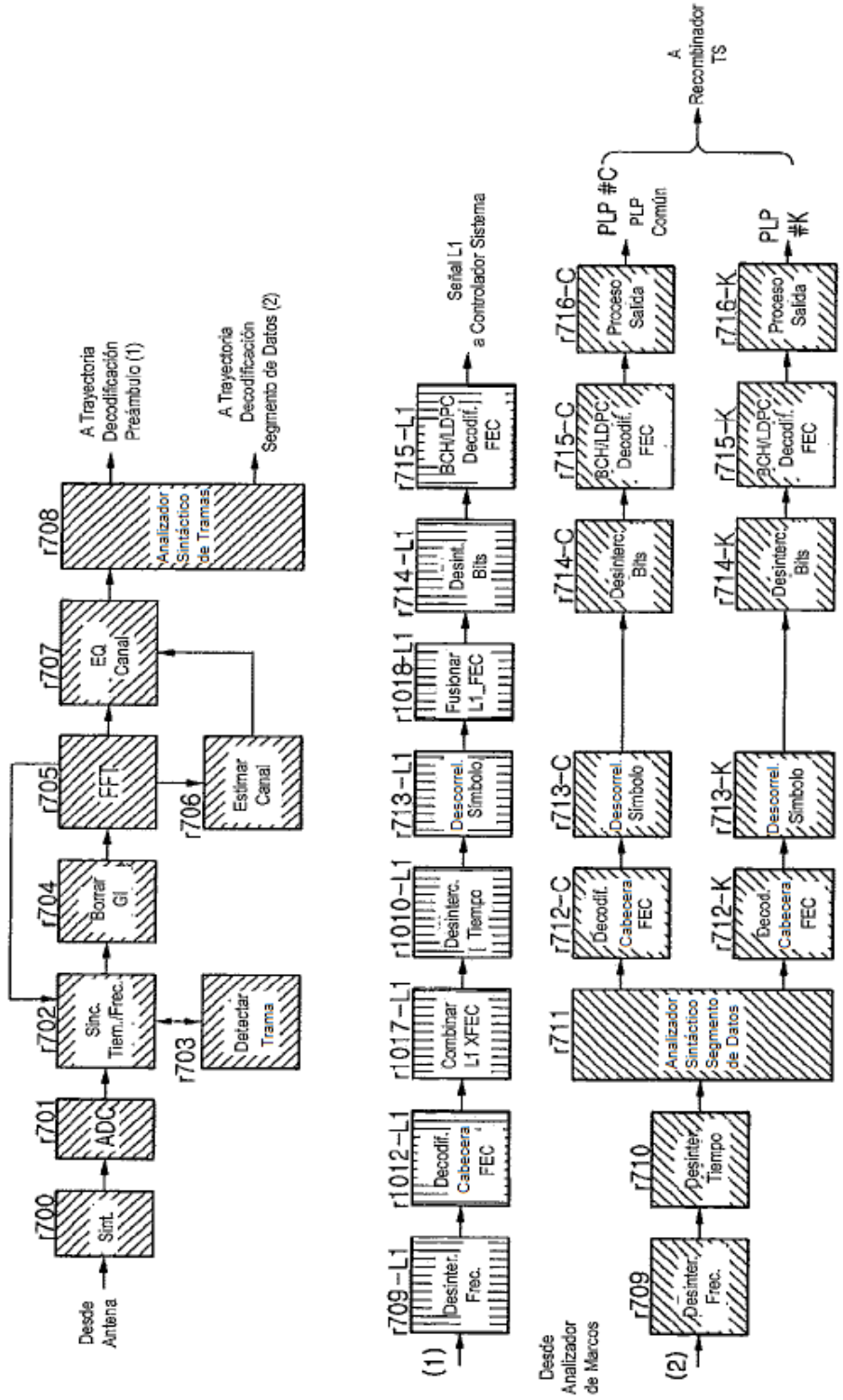

Desde Antena
r700
Sint.
r701
ADC
r702
Sinc. Tiem./Frec.
r703
Detectar Trama
r704
Borrar GI
r705
FFT
r706
Estimar Canal
r707
EQ Canal
r708
Analizador Sintáctico de Tramas
A Trayectoria Decodificación Preámbulo (1)
A Trayectoria Decodificación Segmento de Datos (2)
(1)
r709-L1
Desinter. Frec.
r1012-L1
Decodif. Cabecera FEC
r1017-L1
Combinar L1 XFEC
r1010-L1
Desinterc. Tiempo
r713-L1
Descorrel. Símbolo
r1018-L1
Fusionar L1_FEC
r714-L1
Desint. Bits
r715-L1
BCH/LDPC Decodif. FEC
Señal L1 a Controlador Sistema
Desde Analizador de Marcos
(2)
r709
Desinter. Frec.
r710
Desinter. Tiempo
r711
Analizador Sintáctico Segmento de Datos
r712-C
Decodif. Cabecera FEC
r713-C
Descorrel. Símbolo
r714-C
Desinterc. Bits
r715-C
BCH/LDPC Decodif. FEC
r716-C
Proceso Salida
PLP #C
PLP Común
r712-K
Decod. Cabecera FEC
r713-K
Descorrel. Símbolo
r714-K
Desinterc. Bits
r715-K
BCH/LDPC Decodif. FEC
r716-K
Proceso Salida
PLP #K
A Recombinador TS

Fig. 125

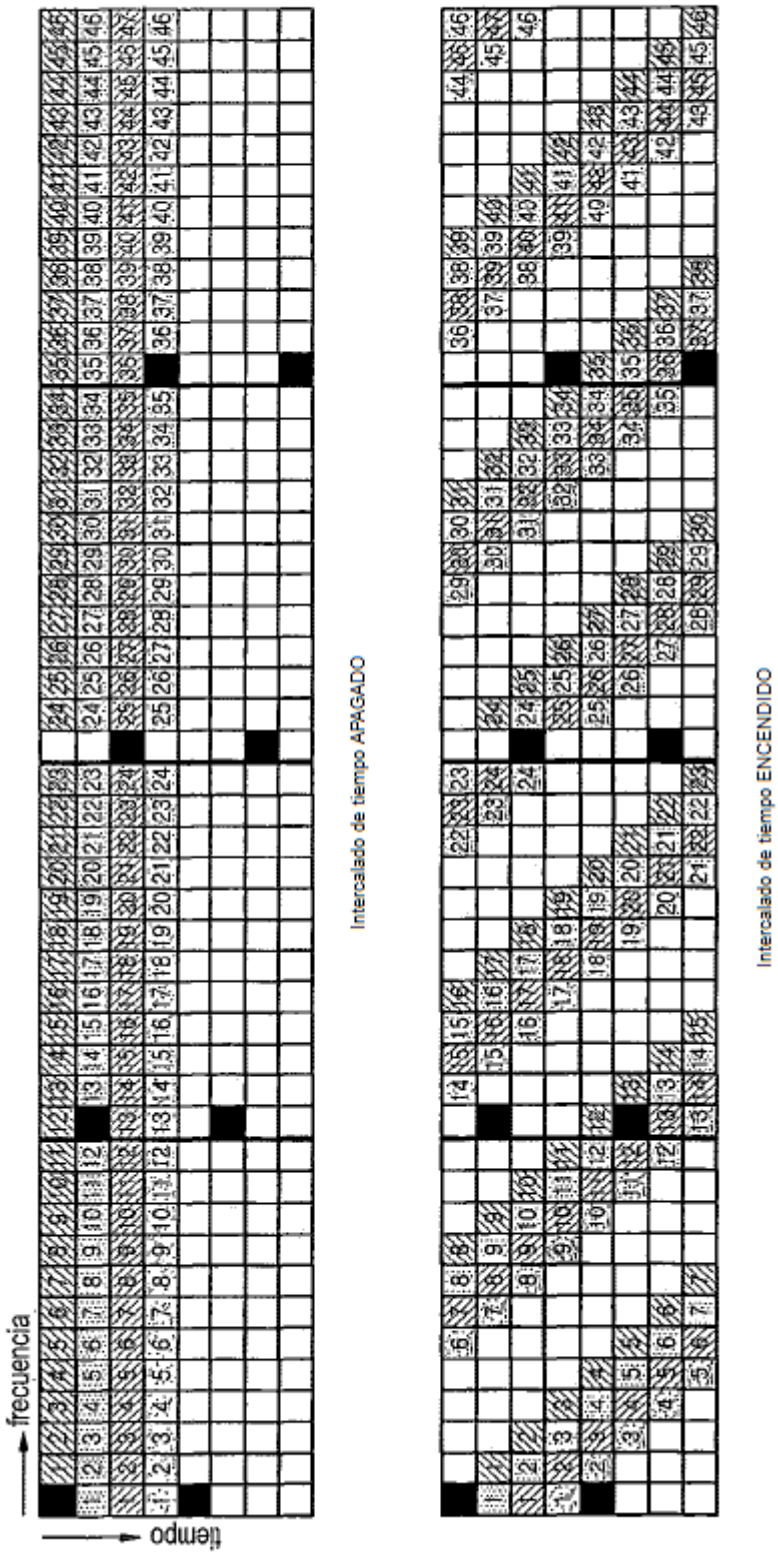

frecuencia
tiempo
Intercalado de tiempo APAGADO
Intercalado de tiempo ENCENDIDO

Fig. 126

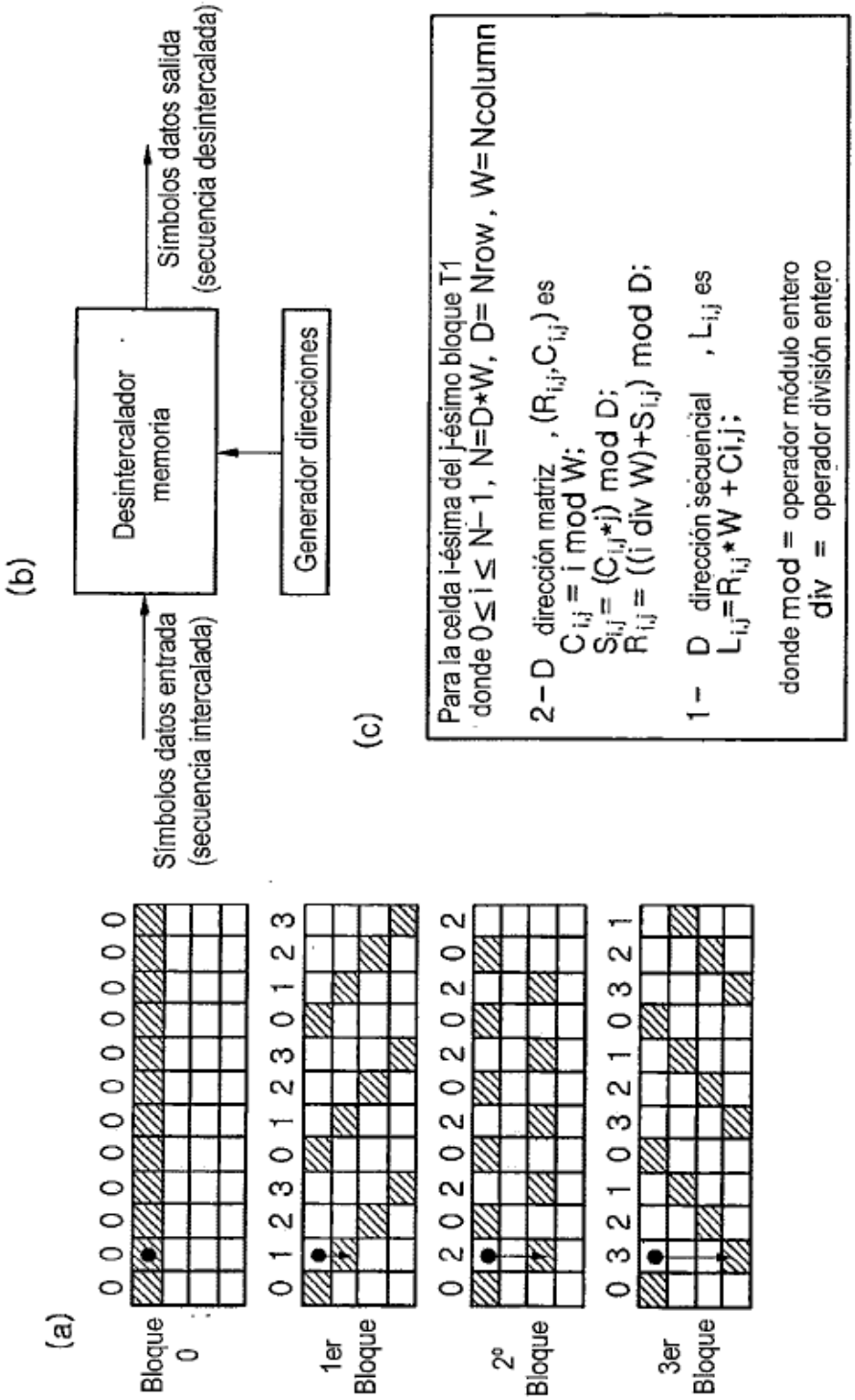

(a)
Bloque 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1er Bloque
0 1 2 3 0 1 2 3 0 1 2 3
2º Bloque
0 2 0 2 0 2 0 2 0 2 0 2
3er Bloque
0 3 2 1 0 3 2 1 0 3 2 1
(b)
Símbolos datos entrada (secuencia intercalada)
Desintercalador memoria
Generador direcciones
Símbolos datos salida (secuencia desintercalada)
(c)
Para la celda i-ésima del j-ésimo bloque T1
donde 0≤ i ≤ N-1, N=D*W, D= Nrow, W= Ncolumn
2-D dirección matriz , (Ri,j,Ci,j) es
Ci,j = i mod W;
Si,j = (Ci,j*i) mod D;
Ri,j = ((i div W)+Si,j) mod D;
1- D dirección secuencial , Li,j es
Li,j=Ri,j*W + Ci,j;
donde mod = operador módulo entero
div = operador división entero

Fig. 127

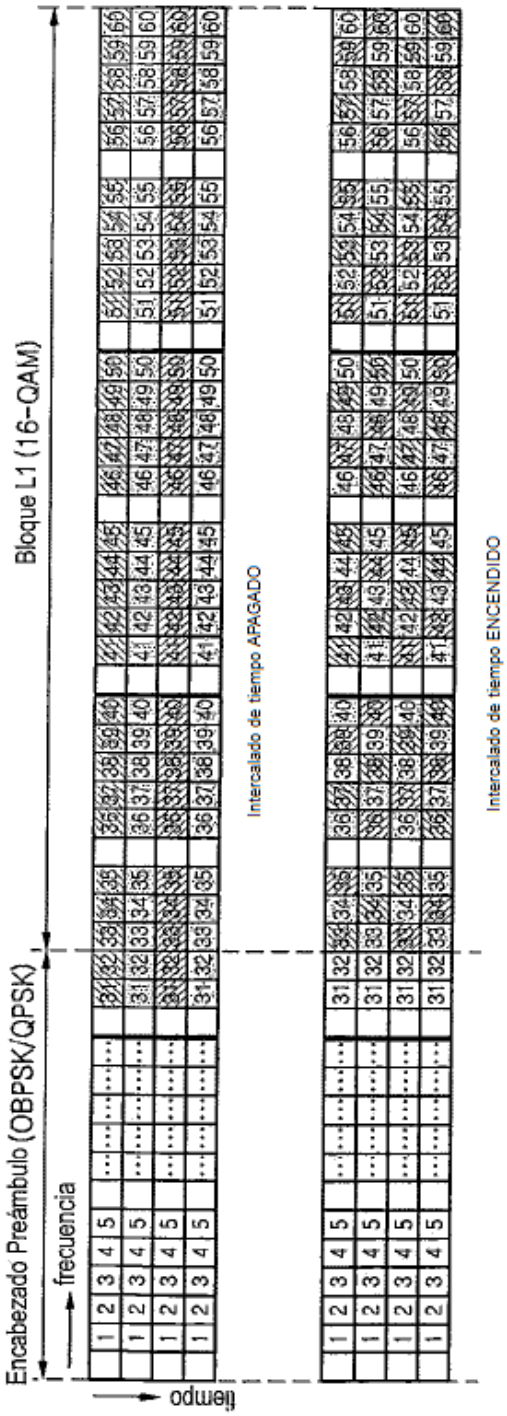

Encabezado Preámbulo (OBPSK/QPSK)
Bloque L1 (16-QAM)
frecuencia
tiempo
Intercalado de tiempo APAGADO
Intercalado de tiempo ENCENDIDO

Fig. 128

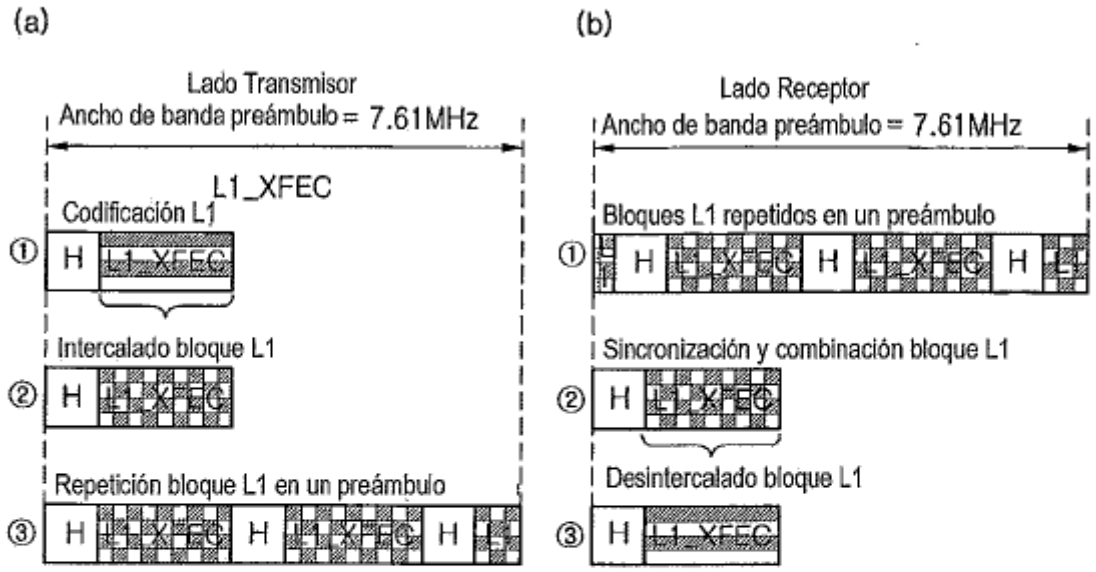


Fig. 129

Valor	Profundidad TI	
00	No TI	Cuando se usa TI_flag (1 bit)
01	Mejor Encaje	
10	4 Símbolos OFDM	TI para bloque L1 corto
11	8 Símbolos OFDM	Para mejor rendimiento TI

Fig. 130

(a)

Señalización y estructura de cabecera

No	Características clave	Campos de señalización	Relleno	Rendimiento PER Cabecera L1	Rendimiento TI Bloque L1	Carga Adicional
1	solamente bandera TI encendido/apagado	L1 (15), TI (1), no CRC	No	Normal	Malo para bloque L1 corto	No
2	L1_size_bits / 8	L1 (12), TI (2), CRC (2)	Max 7 bits	Mejor	Bueno	No
3	L1_size_cells	L1 (13), TI (2), CRC (1)	Max 3 bits	Bueno	Bueno	No
4	L1_size_bits por símbolo	L1 (13), TI (2), CRC (1)	Max 4 bits	Bueno	Bueno	No
5	L1_size_cells por símbolo	L1 (11), TI (2), CRC (2), Rfu (1)	Max 19 bits	Mejor	Bueno	No
6	Dos cabeceras (32 bits)	L1 (15), TI (2), CRC (4), Rfu (11)	No	Mejor	Bueno	0.01% (inapreciable)

(b)

Método de relleno

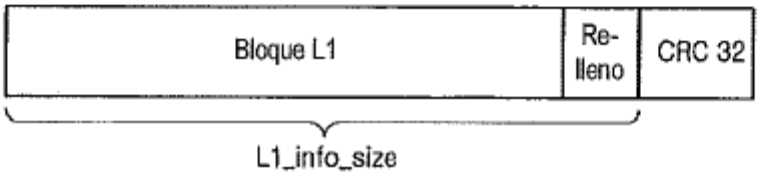


Fig. 131

Campo	Bits	Descripción
num_chbon	3	número de canales unidos
num_dslice	8	número de segmentos de datos
num_notch	4	número de bandas de muesca
for i=0..num_dslice-1 {		
dslice_id	8	identificador de segmentos de datos
dslice_start	12	inicio de segmento de datos en canal C2 (Máx 64 MHz)
dslice_width	9	anchura del segmento de datos (Máx 7,61 MHz)
dslice_ti_depth	2	profundidad del intercalador de tiempo
dslice_type	1	tipo de segmento de datos (tipo 1, tipo 2)*
dslice_pwr_allocation	2	asignación potencia segmento de datos
num_plp	8	número de PLPs
for i=0..num_plp-1 {		
plp_id	8	identificador PLP
plp_type	1	tipo PLP (común/datos)
PSI/SI reprocessing	1	bandera reprocesamiento PSP/SI
plp_payload_type	5	tipo carga PLP (TS, GS, ...)
if dslice_type=='0' {		
plp_modcod	5	modulación/codificación PLP
plp_start_addr	14	dirección inicio PLP
}		
}		
}		
for i=0..num_notch-1{		
notch_start	12	inicio de banda de muesca con canal C2 (Máx 64MHz)
notch_width	9	anchura de banda de muesca (Máx 7,61 MHz)
}		
gi	2	modo de intervalo de guarda
num_data_symbols	10	número de símbolos OFDM de datos por marco C2
num_c2_frames	8	número de tramas C2 por supertrama
frame_idx	8	índice de trama C2 en una supertrama
PAPR	1	bandera PAPR
reserved	0	reservado para uso futuro
crc32	32	CRC32

*tipo 1: PLP único con CCM
*tipo 2: Otros

Fig. 132

dslice_ti_depth	Prof. TI
"00"	1
"01"	4
"10"	8
"11"	16

Fig. 133

dslice_type	tipo
"0"	PLP único con CCM
"1"	Otros

Fig. 134

plp_type	tipo
"0"	plp común
"1"	plp datos

Fig. 135

plp_payload_type	tipo de carga
"00000"	GFPS
"00001"	GCS
"00010"	GSE
"00011"	TS
otros	reservado uso futuro

Fig. 136

plp_modcod	Modulación	Índice código	bloque LDPC
"00000"	16QAM	4/5	largo
"00001"			corto
"00010"		9/10	largo
"00011"		8/9	corto
"00100"	64QAM	2/3	largo
"00101"			corto
"00110"		4/5	largo
"00111"			corto
"01000"		9/10	largo
"01001"		8/9	corto
"01010"	256QAM	3/4	largo
"01011"			corto
"01100"		5/6	largo
"01101"			corto
"01110"		9/10	largo
"01111"		8/9	corto
"10000"	1024QAM	3/4	largo
"10001"			corto
"10010"		5/6	largo
"10011"			corto
"10100"		9/10	largo
"10101"		8/9	corto
"10110"	4096QAM	5/6	largo
"10111"			corto
"11000"		9/10	largo
"11001"		8/9	corto
otros	reservado uso futuro	reservado uso futuro	reservado uso futuro

Fig. 137

gi	valor
"00"	1/128
"01"	1/64
otros	reservado uso futuro

Fig. 138

PAPR	valor
"0"	activar
"1"	desactivar

Fig. 139

Campo	Bits	Descripción
network_id	16	ID de la red DVB-C2 actual
c2_system_id	16	ID del sistema C2 en la red DVB-C2
C2_signal_start_frequency	32	frecuencia inicio señal C2
C2_signal_stop_frequency	32	frecuencia parada señal C2
num_chbon	3	número de canales unidos
num_dslice	8	número de segmentos de datos
num_notch	4	número de bandas de muesca
for i=0..num_dslice-1 {		
dslice_id	8	identificador segmento de datos
dslice_start	12	inicio segmento de datos en canal C2 (max 64MHz)
dslice_width	9	anchura de segmento de datos (Max 7,61MHz)
dslice_ti_depth	2	profundidad intercalador de tiempo
dslice_type	1	tipo segmento de datos (tipo 1, tipo 2)*
dslice_pwr_allocation	2	asignación potencia segmento de datos
reserved_1	0	reservado para uso futuro
num_plp	8	número de PLPs
for i=0..num_plp-1 {		
plp_id	8	identificador PLP
plp_type	2	tipo PLP (datos comunes/normales/agrupados)
if plp_type=='common' or 'grouped' {		
plp_group_id	8	identificador grupo PLP
}		
plp_payload_type	5	tipo carga PLP (TS, GS, ...)
PSI/SI reprocessing	1	bandera reprocesamiento PSP/SI
reserved_2	0	reservado para uso futuro
if dslice_type=='0' {		
plp_modcod	5	modulación/codificación PLP
plp_start_addr	14	dirección inicio PLP
}		
}		
}		
for i=0..num_notch-1 {		
notch_start	12	inicio banda de muesca en canal C2 (max 64MHz)
notch_width	9	anchura de banda de muesca (Max 7,61MHz)
}		
gi	2	modo intervalo de guarda
num_data_symbols	10	número de símbolos OFDM de datos por marco C2
num_c2_frames	8	número de tramas C2 por supertrama
frame_idx	8	número de trama C2 en una supertrama
PAPR	1	bandera PAPR
reserved_3	0	reservado para uso futuro
crc32	32	CRC32

*tipo 1: PLP único con CCM

*tipo 2: Otros

Fig. 140

plp_type	tipo
"00"	plp común
"01"	plp datos normal
"10"	plp datos agrupado
otros	reservado uso futuro