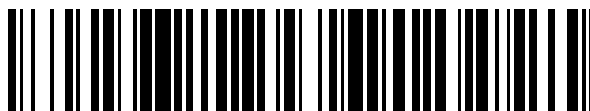


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 350 681**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2009 E 09161842 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **01.05.2013 EP 2180648**

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

30 Prioridad:

21.10.2008 US 107329 P

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

21.08.2013

73 Titular/es:

**LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
20 YEOUIDO-DONG YEONGDEUNGPO-KU
SEOUL 150-721, KR**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

DESCRIPCION

Aparato y método para transmitir y recibir una señal

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un método 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 a un aparato para transmitir y recibir una señal, que pueden mejorar la eficacia de transmisión de datos.

10

Estado de la técnica

15

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

20

La difusión de vídeo digital (DVB)-C2 es la tercera especificación que se ha unido a la familia de DVB de sistemas de transmisión de segunda generación. Desarrollada en 1994, actualmente la DVB-C se emplea en más de 50 millones de sintonizadores de cable en todo el mundo. En línea con los demás sistemas de 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 errores en recepción (FEC) proporciona una mejora de aproximadamente 5 dB de la relación portadora a ruido con respecto a DVB-C. Esquemas apropiados de entrelazado de bits optimizan la robustez global del sistema de FEC. Ampliadas por una cabecera, estas tramas se denominan tuberías de capa física (PLP). Se multiplexa una o más de estas PLP para dar un segmento de datos. Se aplica un entrelazado bidimensional (en los dominios de tiempo y frecuencia) a cada segmento permitiendo al receptor eliminar el impacto de deterioros de ráfaga e interferencia selectiva de frecuencia tal como ingreso de una única frecuencia.

25

30

Con el desarrollo de estas tecnologías de difusión digital, se aumenta la necesidad de un servicio tal como una señal de vídeo y una señal de audio y la cantidad de datos deseada por los usuarios o el número de canales de difusión se aumenta gradualmente.

35

El documento "Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2) - DVB document A122- TM 3980 Rev. 5" [en línea] del 1 de junio de 2008 (01-06-2008), DVB PROJECT, describe la correlación convencional de la señal L1 de DVB-C2.

Objeto de la invención

40

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

45

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método de transmisión de una señal de difusión a un receptor que tiene datos para datos de servicio y preámbulo, comprendiendo el método: correlacionar bits de datos de preámbulo para dar símbolos de datos de preámbulo y bits de datos para dar símbolos de datos; formar al menos un segmento de datos basándose en los símbolos de datos; formar una trama de señal basándose en los símbolos de datos de preámbulo y el segmento de datos; modular la trama de señal mediante un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM); y transmitir la trama de señal modulada, en el que los símbolos de datos de preámbulo se dividen en bloques de al menos una capa 1 (L1), correspondiendo el ancho de banda del bloque de L1 a un número de subportadoras activas asignadas a un único canal. El método de transmisión se define en la reivindicación 1.

50

55

Otro aspecto de la presente invención proporciona un método de recepción de una señal de difusión, comprendiendo el método: demodular señales recibidas mediante el uso de un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM); detectar una trama de señal a partir de las señales demoduladas, comprendiendo la trama de señal símbolos de preámbulo y símbolos de datos; decorrelacionar para dar bits para los símbolos de preámbulo y bits para los símbolos de datos; y decodificar los bits para los símbolos de preámbulo mediante un esquema de decodificación mediante LDPC (comprobación de paridad de baja densidad) perforado y abreviado, en el que los símbolos de preámbulo se dividen en bloques de al menos una capa 1 (L1), correspondiendo el ancho de banda del bloque de L1 a un número de subportadoras activas asignadas a un único canal. El método de recepción se define en la reivindicación 5.

60

65

Aún otro aspecto de la presente invención proporciona un transmisor de transmisión de una señal de difusión que tiene datos para datos de servicio y preámbulo a un receptor, comprendiendo el transmisor: un correlacionador configurado para correlacionar bits de datos de preámbulo para dar símbolos de datos de preámbulo y bits de datos

para dar símbolos de datos; un formador de segmentos de datos configurado para formar al menos un segmento de datos basándose en los símbolos de datos; un formador de tramas configurado para formar una trama de señal basándose en los símbolos de datos de preámbulo y el segmento de datos; un modulador configurado para modular la trama de señal mediante un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM); y una unidad de transmisión configurada para transmitir la trama de señal modulada, en el que el transmisor está configurado para procesar señales en las que los símbolos de datos de preámbulo se dividen en bloques de al menos una capa 1 (L1), correspondiendo el ancho de banda del bloque de L1 a un número de subportadoras activas asignadas a un único canal. El transmisor se define en la reivindicación 8.

Aún otro aspecto de la presente invención proporciona un receptor de recepción de una señal de difusión, comprendiendo el receptor: un demodulador configurado para demodular señales recibidas mediante el uso de un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM); un analizador sintáctico de tramas configurado para obtener una trama de señal a partir de las señales demoduladas, comprendiendo la trama de señal símbolos de preámbulo y símbolos de datos, un decorrelacionador configurado para decorrelacionar la trama de señal obtenida para dar bits para los símbolos de preámbulo y bits para los símbolos de datos; y un decodificador configurado para decodificar los bits para los símbolos de preámbulo mediante un esquema de decodificación mediante LDPC (comprobación de paridad de baja densidad) perforado y abreviado, en el que el receptor está configurado para procesar señales en las que los símbolos de preámbulo se dividen en bloques de al menos una capa 1 (L1), correspondiendo el ancho de banda del bloque de L1 a un número de subportadoras activas asignadas a un único canal. El receptor se define en la reivindicación 12.

Descripción de las figuras

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

la figura 1 es un ejemplo de modulación de amplitud en cuadratura de 64 (QAM) usada en DVB-T europea.

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

La figura 3 es una salida próxima a una gaussiana modificando la 64-QAM usada en DVB-T.

La figura 4 es una distancia de Hamming entre pares reflejados en BRGC.

La figura 5 son características de QAM en las que existe un par reflejado para cada uno del eje I y eje Q.

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

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

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

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

Las figuras 12-13 son un ejemplo de 1024-QAM modificada usando un par reflejado de BRGC (0~51).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La figura 37 es un ejemplo de BICM.

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

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

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

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

La figura 42 es un ejemplo de formador de tramas.

La figura 43 es un ejemplo de inserto piloto (404) mostrado en la figura 4.

La figura 44 es una estructura de SP.

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

La figura 46 es una estructura de PP5' sugerida.

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

La figura 48 es otra relación entre preámbulo y símbolo de datos.
 La figura 49 es un ejemplo de perfil de retardo de canal por cable.
 La figura 50 es una estructura piloto dispersada que usa $z=56$ y $z=112$.
 La figura 51 es un ejemplo de modulador basado en OFDM.
 La figura 52 es un ejemplo de estructura de preámbulo.
 La figura 53 es un ejemplo de decodificación de preámbulo.
 La figura 54 es un procedimiento para diseñar un preámbulo más optimizado.
 La figura 55 es otro ejemplo de estructura de preámbulo.
 La figura 56 es otro ejemplo de decodificación de preámbulo.
 La figura 57 es un ejemplo de estructura de preámbulo.
 La figura 58 es un ejemplo de decodificación de L1.
 La figura 59 es un ejemplo de procesador analógico.
 La figura 60 es un ejemplo de sistema receptor digital.
 La figura 61 es un ejemplo de procesador analógico usado en un receptor.
 La figura 62 es un ejemplo de demodulador.
 La figura 63 es un ejemplo de analizador sintáctico de tramas.
 La figura 64 es un ejemplo de demodulador de BICM.
 La figura 65 es un ejemplo de decodificación mediante LDPC usando abreviación/perforación.
 La figura 66 es un ejemplo de procesador de salida.

Descripción detallada de la invención

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

En la siguiente descripción, el término "servicio" es indicativo de contenido de difusión que puede transmitirse/recibirse por el aparato de transmisión/recepción de señales.

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

Puede realizarse BRGC usando el método mostrado en la figura 2. Puede realizarse un BRGC de n bits añadiendo un código inverso de BRGC de $(n-1)$ bits (es decir, código reflejado) a una parte posterior de $(n-1)$ bits, añadiendo varios 0 a la parte delantera del BRGC de $(n-1)$ bits original, y añadiendo varios 1 a una parte delantera del código reflejado. El código BRGC realizado mediante este método tiene una distancia de Hamming entre códigos adyacentes de uno (1). Además, cuando se aplica BRGC a QAM, la distancia de Hamming entre un punto y los cuatro puntos que están más próximamente adyacentes al punto, es de uno (1) y la distancia de Hamming entre el punto y otros cuatro puntos que son los segundos más próximamente adyacentes al punto es de dos (2). Tales características de distancias de Hamming entre un punto de constelación específico y otros puntos adyacentes puede duplicarse como regla de correlación de Gray en QAM.

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

Para realizar una constelación de QAM no uniforme, puede usarse la función de distribución acumulativa gaussiana (CDF). En caso de 64, 256 ó 1024-QAM, es decir, 2^N AM, puede dividirse la QAM en dos N -PAM independientes. Dividiendo la CDF gaussiana en N secciones de probabilidad idéntica y permitiendo que un punto de señal en cada sección represente a la sección, puede realizarse una constelación que tiene distribución gaussiana. En otras palabras, la coordenada x_j de la N -PAM no uniforme recién definida puede definirse de la siguiente manera:

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

(Ec. 1)

La figura 3 es un ejemplo de transformación de 64QAM de DVB-T en NU-64QAM usando los métodos anteriores. La figura 3 representa un resultado de modificar coordenadas de cada eje I y eje Q usando los métodos anteriores y correlacionar los puntos de constelación anterior con coordenadas recién definidas. En caso de 32, 128 ó 512-QAM,

es decir, QAM cruzada, que no es 2^N QAM, modificando P_j apropiadamente, puede encontrarse una nueva coordenada.

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

Usando pares reflejados que existen en QAM, puede disminuirse una potencia promedio de una constelación de QAM al tiempo que se mantiene la regla de correlación de Gray en QAM. En otras palabras, en una constelación en la que se normaliza una potencia promedio como 1, puede aumentarse la distancia euclídea mínima en la constelación. Cuando se aplica esta QAM modificada a sistemas de comunicación o difusión, es posible implementar o bien un sistema más robusto frente al ruido usando la misma energía que un sistema convencional o bien un sistema con el mismo rendimiento que un sistema convencional pero que usa menos energía.

La figura 6 muestra un método de modificación de QAM usando un par reflejado de BRGC. La figura 6a muestra una constelación y la figura 6b muestra un diagrama de flujo para modificar QAM usando un par reflejado de BRGC. En primer lugar, se necesita encontrar el punto objetivo que tiene la mayor potencia entre los puntos de la constelación. Los puntos candidatos son puntos en los que puede moverse ese punto objetivo y son los puntos vecinos más cercanos al par reflejado del punto objetivo. Después, se necesita encontrar un punto vacío (es decir, un punto que aún no ha sido tomado por otros puntos) que tiene la menor potencia entre los puntos candidatos y se comparan la potencia del punto objetivo y la potencia de un punto candidato. Si la potencia del punto candidato es inferior, el punto objetivo se mueve al punto candidato. Estos procedimientos se repiten hasta que la potencia promedio de los puntos en la constelación alcanza un mínimo mientras se mantiene la regla de correlación de Gray.

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

La figura 32 muestra un ejemplo de correlación de bits de QAM modificada en la que se modifica la 256-QAM usando BRGC. La figura 32a y la figura 32b muestran la correlación de los bits más significativos (MSB). Los puntos designados como círculos negros representan correlaciones de unos y los puntos designados como círculos blancos representan correlaciones de ceros. De la misma manera, cada bit se correlaciona tal como se muestra en las figuras (a) a (h) en la figura 32, hasta que se correlacionan los bits menos significativos (LSB). Tal como se muestra en la figura 32, la QAM modificada puede permitir la decisión de bits usando sólo los ejes I o Q como la QAM convencional, excepto por un bit que está a continuación del MSB (la figura 32c y la figura 32d). Usando estas características, puede realizarse un receptor simple modificando parcialmente un receptor para QAM. Puede implementarse un receptor eficaz comprobando valores tanto de I como de Q sólo cuando se determina el bit a continuación del MSB y calculando sólo I o Q para el resto de los bits. Este método puede aplicarse a LLR aproximada, LLR exacta o decisión firme.

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

$$\int_{-\infty}^{x_j} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = P_j$$

$$P_j = \frac{\sum_{i=0}^{j-1} n_i + \frac{n_j}{2}}{M}, \quad n_0 = 0$$

(Ec. 2)

Usando el P_j recién definido, puede transformarse la MQAM en una constelación no uniforme. El P_j puede definirse de la siguiente manera 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 figura 33 es un ejemplo de transformación de MQAM en constelación no uniforme. La NU-MQAM realizada usando estos métodos puede conservar características de receptores de MQAM con coordenadas modificadas de cada PAM. Por tanto, puede implementarse un receptor eficaz. Además, puede implementarse un sistema más robusto frente al ruido que la NU-QAM anterior. Para un sistema de transmisión de difusión más eficaz, es posible la hibridación de MQAM y NU-MQAM. En otras palabras, puede implementarse un sistema más robusto frente al ruido usando MQAM para un entorno en el que se usa un código de corrección de errores con una alta tasa de código y usando NU-MQAM por lo demás. Para un caso de este tipo, un transmisor puede hacer que un receptor tenga información de tasa de código de un código de corrección de errores y una clase de modulación actualmente usada de tal manera que el receptor puede demodular según la modulación actualmente usada.

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

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

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

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

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

La figura 37 muestra un ejemplo de módulo de BICM. La figura 37a muestra una trayectoria de datos y la figura 37b muestra una trayectoria de L1 de módulo de BICM. Un módulo (301) codificador externo y un módulo (303) codificador interno pueden añadir redundancia a flujos de bits de entrada para la corrección de errores. Un módulo (302) entrelazador externo y un módulo (304) entrelazador interno pueden entrelazar bits para impedir el error de ráfaga. El módulo (302) entrelazador externo puede omitirse si la BICM es específicamente para DVB-C2. Un módulo (305) demultiplexador de bits puede controlar la fiabilidad de cada bit emitido desde el módulo (304) entrelazador interno. Un módulo (306) correlacionador de símbolos puede correlacionar flujos de bits de entrada para dar flujos de símbolos. En este momento, es posible usar cualquiera de una QAM convencional, una MQAM que usa la BRGC mencionada anteriormente para mejorar el rendimiento, una NU-QAM que usa modulación no uniforme, o una NU-MQAM que usa modulación no uniforme con BRGC aplicado para mejorar el rendimiento. Para construir un sistema que es más robusto frente al ruido, pueden considerarse combinaciones de modulaciones

usando MQAM y/o NU-MQAM dependiendo de la tasa de código del código de corrección de errores y la capacidad de constelación. En este momento, el módulo (306) correlacionador de símbolos puede usar una constelación apropiada según la tasa de código y la capacidad de la constelación. La figura 39 muestra un ejemplo de tales combinaciones.

El caso 1 muestra un ejemplo de usar sólo NU-MQAM con una tasa de código baja para una implementación de sistema simplificada. El caso 2 muestra un ejemplo de usar constelación optimizada en 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 tal manera que el receptor puede usar una constelación apropiada. La figura 40 muestra otro ejemplo de casos en los que se considera la compatibilidad entre sistemas convencionales. Además de los ejemplos, son posibles combinaciones adicionales para la optimización del sistema.

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

- * Tipo FEC (1 bits) - LDPC largo o corto
- * Tasa de código (3 bits)
- * Modulación (3 bits) – hasta 64K QAM
- * Identificador de PLP (8 bits)

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

La figura 38 muestra un ejemplo de codificar mediante LDPC usando abreviación/perforación. Puede realizarse un procedimiento de abreviado sobre bloques de entrada que tienen menos bits que un número de bits requerido para codificar mediante LDPC ya que pueden rellenarse (301c) muchos bits de ceros requeridos para codificar mediante LDPC. Los flujos de bits de entrada rellenos con ceros pueden tener bits de paridad mediante codificación mediante LDPC (302c). En este momento, para flujos de bits que corresponden a los flujos de bits originales, puede eliminarse los ceros (303c) y para los flujos de bits de paridad, puede realizarse la perforación (304c) según las tasas de código. Estos flujos de bits de información y flujos de bits de paridad procesados pueden multiplexarse para dar secuencias originales y emitirse (305c).

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

La figura 42 muestra un ejemplo de un formador de tramas. Un módulo (401) de inserción de cabecera de trama puede formar una trama a partir de flujos de símbolos de entrada y puede añadir 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 seguridad (2 bits)
- * PAPR (2 bits)
- * Patrón piloto (2 bits)
- * Identificación de sistema digital (16 bits)
- * Identificación de trama (16 bits)
- * Longitud de trama (16 bits) - número de símbolos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) por trama

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

* Número de PLP (8 bits)

* para cada PLP

- 5 Identificación de PLP (8 bits)
- ID de unión de canal (4 bits)
- Inicio de PLP (9 bits)
- Tipo de PLP (2 bits) - PLP común u otros
- Tipo de carga útil de PLP (5 bits)
- 10 Tipo de MC (1 bit) – modulación y codificación fija/variable
- si tipo de MC == modulación y codificación fija
- Tipo de FEC (1 bits) - LDPC largo o corto
- Tasa de código (3 bits)
- Modulación (3 bits) – hasta 64K QAM
- 15 fin si;
- Número de canales de muesca (2 bits)
- para cada muesca
- Inicio de muesca (9 bits)
- Ancho de muesca (9 bits)
- 20 fin para;
- Ancho de PLP (9 bits) - número máximo de bloques de FEC de PLP
- Tipo de entrelazado de tiempo de PLP (2 bits)
- fin para;
- * CRC-32 (32 bits)

25 Se supone un entorno de unión de canal para la información de L1 transmitida en la cabecera de trama y los datos que corresponden a cada segmento de datos se definen como PLP. Por tanto, se requiere información tal como

30 identificador de PLP, identificador de unión de canal, y dirección de inicio de PLP para cada canal usado en la unión. Una realización de esta invención sugiere transmitir campo de ModCod en la cabecera de trama de FEC si el tipo de PLP soporta la modulación/codificación variable y transmitir campo de ModCod en la cabecera de trama si el tipo de PLP soporta la modulación/codificación fija para reducir la sobrecarga de señalización. Además, si existe una banda de muesca para cada PLP, transmitiendo la dirección de inicio de la muesca y su ancho, puede resultar innecesario decodificar las portadoras correspondientes en el receptor.

35 La figura 43 muestra un ejemplo de patrón piloto 5 (PP5) aplicado en un entorno de unión de canal. Tal como se muestra, si las posiciones de SP coinciden con posiciones piloto de preámbulo, pueden producirse estructuras piloto irregulares.

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

45 Existen patrones piloto tanto para preámbulo como para símbolos de datos. Para símbolo de datos, pueden usarse patrones piloto dispersado (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 $GI=1/128$. También es posible una interpolación de tiempo adicional para una mejor estimación de canal. Los patrones piloto para el preámbulo pueden cubrir todas las posibles posiciones piloto para la adquisición de canal inicial. Además, las posiciones piloto de preámbulo deben coincidir con las posiciones SP y se desea un único patrón piloto tanto para el preámbulo como para el SP. También pueden usarse pilotos de preámbulo para la interpolación de tiempo y cada preámbulo puede tener un patrón piloto idéntico. Estos requisitos son importantes para la detección de C2 en la exploración y necesarios para la estimación de desplazamiento de frecuencia con correlación de secuencia de aleatorización. En un entorno de unión de canal, la coincidencia en las posiciones piloto también debe mantenerse para la unión de canal dado que una estructura piloto irregular puede degradar el rendimiento de la interpolación.

60 En detalle, si una distancia z entre pilotos dispersados (SP) en un símbolo de OFDM es de 48 y si una distancia y entre SP correspondiente a una portadora de SP específica a lo largo del eje de tiempo es de 4, una distancia x eficaz tras la interpolación de tiempo se vuelve 12. Esto es cuando una fracción de intervalo de seguridad (GI) es de $1/64$. Si la fracción de GI es de $1/128$, puede usarse $x=24$, $y=4$ y $z=96$. Si se usa unión de canal, puede hacerse que

las posiciones de SP coincidan con posiciones piloto de preámbulo generando puntos no continuos en una estructura piloto dispersado.

- 5 En este momento, las posiciones piloto de preámbulo pueden coincidir con todas las posiciones SP de símbolo de datos. Cuando se usa unión de canal, puede determinarse el segmento de datos en el que se transmite un servicio, independientemente de la granularidad del ancho de banda de 8 MHz. Sin embargo, para reducir la sobrecarga para el direccionamiento de segmento de datos, puede elegirse iniciar la transmisión desde una posición SP y terminarla en una posición SP.
- 10 Cuando un receptor recibe tales SP, si es necesario, el módulo (r501) de estimación de canal mostrado en la figura 62 puede realizar la interpolación de tiempo para obtener los pilotos mostrados en líneas en puntos en la figura 43 y realizar la interpolación de frecuencia. En este momento, para puntos no continuos cuyos intervalos se designan como 32 en la figura 43, puede implementarse o bien realizar interpolaciones a la izquierda y a la derecha por separado o bien realizar interpolaciones sólo en un lado y después realizar la interpolación en el otro lado usando las
- 15 posiciones piloto ya interpoladas cuyo intervalo es 12 como punto de referencia. En este momento, el ancho de segmento de datos puede variar dentro de 7,61 MHz, por tanto, un receptor puede minimizar el consumo de potencia realizando una estimación de canal y decodificando sólo las subportadoras necesarias.
- 20 La figura 44 muestra otro ejemplo de PP5 aplicado en un entorno de unión de canal o una estructura de SP para mantener una distancia x eficaz como 12 para evitar una estructura de SP irregular mostrada en la figura 43 cuando se usa unión de canal. La figura 44a es una estructura de SP para símbolo de datos y la figura 44b es una estructura de SP para símbolo de preámbulo.
- 25 Tal como se muestra, si la distancia de SP se mantiene constante en caso de unión de canal, no habrá ningún en la interpolación de frecuencia pero las posiciones piloto entre preámbulo y símbolo de datos pueden no coincidir. En otras palabras, esta estructura no requiere estimación de canal adicional para una estructura SP irregular, sin embargo, las posiciones SP usadas en la unión de canal y las posiciones piloto de preámbulo se vuelven diferentes para cada canal.
- 30 La figura 45 muestra una nueva estructura SP o PP5' para proporcionar una solución a los dos problemas mencionados anteriormente en el entorno de unión de canal. Específicamente, una distancia piloto de $x=16$ puede solucionar esos problemas. Para conservar la densidad piloto o para mantener la misma sobrecarga, un PP5' puede tener $x=16$, $y=3$, $z=48$ para $GI=1/64$ y un PP7' puede tener $x=16$, $y=6$, $z=96$ para $GI=1/128$. Todavía puede
- 35 mantenerse la capacidad de interpolación de sólo frecuencia. Las posiciones piloto se representan en la figura 45 para su comparación con la estructura PP5.
- La figura 46 muestra un ejemplo de un nuevo patrón SP o estructura PP5' en entorno de unión de canal. Tal como se muestra en la figura 46, tanto si se usa un único canal como unión de canal, puede proporcionarse una distancia piloto eficaz de $x=16$. Además, dado que puede hacerse que las posiciones SP coincidan con posiciones piloto de preámbulo, puede evitarse el deterioro de la estimación de canal provocado por una irregularidad de SP o
- 40 posiciones SP no coincidentes. En otras palabras, no existe ninguna posición SP irregular para el interpolador de frecuencia y se proporciona coincidencia entre posiciones SP y preámbulo.
- 45 Por consiguiente, los nuevos patrones SP propuestos pueden ser ventajosos porque puede usarse un único patrón SP tanto para canal único como unido; no puede provocarse ninguna estructura piloto irregular, por tanto es posible una buena estimación de canal; pueden mantenerse coincidentes tanto las posiciones piloto SP como preámbulo; la densidad piloto puede mantenerse igual que para PP5 y PP7 respectivamente; y también puede conservarse la capacidad de interpolación de sólo frecuencia.
- 50 Además, la estructura de preámbulo puede cumplir requisitos tales como que las posiciones piloto de preámbulo deben cubrir todas las posibles posiciones SP para la adquisición de canal inicial; el número de portadoras máximo debe ser de 3409 (7,61 MHz) para la exploración inicial; deben usarse exactamente los mismos patrones piloto y secuencia de aleatorización para la detección de C2; y no se requiere preámbulo específico de detección tal como P1 en T2.
- 55 En cuanto a la relación con la estructura de trama, la granularidad de la posición de segmento de datos puede modificarse para 16 portadoras en vez de 12, por tanto, puede producirse menos sobrecarga de direccionamiento de posición y no puede esperarse otro problema referente a la condición del segmento de datos, condición de ranura vacía, etc.
- 60 Por tanto, en el módulo (r501) de estimación de canal de la figura 62, pueden usarse pilotos en cada preámbulo cuando se realiza la interpolación de tiempo de SP de símbolo de datos. Por tanto, puede mejorarse la adquisición de canal y la estimación de canal en los límites de trama.

Ahora, con respecto a los requisitos relacionados con el preámbulo y la estructura piloto, existe consenso en cuanto a que las posiciones de pilotos de preámbulo y SP deben coincidir independientemente de la unión de canal; el número de portadoras totales en el bloque de L1 debe poder dividirse entre la distancia piloto para evitar una estructura irregular en el borde de la banda; los bloques de L1 deben repetirse en el dominio de frecuencia; y los bloques de L1 siempre deben poder decodificarse en la posición de ventana de sintonizador arbitraria. Requisitos adicionales serán que los patrones y las posiciones piloto deben repetirse en un periodo de 8 MHz; debe estimarse el desplazamiento de frecuencia de portadora correcto sin conocimiento de unión de canal; y la decodificación de L1 (reordenación) es imposible antes de compensarse el desplazamiento de frecuencia.

La figura 47 muestra una relación entre preámbulo y símbolo de datos cuando se usan las estructuras de preámbulo tal como se muestran en la figura 52 y la figura 53. El bloque de L1 puede repetirse en un periodo de 6 MHz. Para la decodificación de L1, debe encontrarse tanto el desplazamiento de frecuencia como el patrón de desplazamiento de preámbulo. La decodificación de L1 no es posible en la posición de sintonizador arbitraria sin información de unión de canal y un receptor no puede diferenciar entre valor de desplazamiento de preámbulo y desplazamiento de frecuencia.

Por tanto, un receptor, específicamente para que un elemento (r401) de eliminación de cabecera de trama mostrado en la figura 63 realice la decodificación de señal de L1, se necesita obtener la estructura de unión de canal. Dado que se conoce la cantidad de desplazamiento de preámbulo esperada en dos regiones en sombreado verticales en la figura 47, el módulo (r505) de sincronización de tiempo/frecuencia en la figura 62 puede estimar el desplazamiento de frecuencia de la portadora. Basándose en la estimación, la trayectoria de señalización de L1 (r308-1 ~ r301-1) en la figura 64 puede decodificar L1.

La figura 48 muestra una relación entre preámbulo y símbolo de datos cuando se usa la estructura de preámbulo tal como se muestra en la figura 55. El bloque de L1 puede repetirse en un periodo de 8 MHz. Para la decodificación de L1, sólo se necesita encontrar el desplazamiento de frecuencia y puede no requerirse conocimiento de unión de canal. El desplazamiento de frecuencia puede estimarse fácilmente usando una secuencia conocida de secuencia binaria pseudoaleatoria (PRBS). Tal como se muestra en la figura 48, se alinean símbolos de datos y preámbulo, por tanto, una búsqueda de sincronización adicional puede resultar innecesaria. Por tanto, para un receptor, específicamente para el módulo (r401) de elemento de eliminación de cabecera de trama mostrado en la figura 63, es posible que sólo se necesite obtener el pico de correlación con secuencia de aleatorización piloto para realizar la decodificación de la señal de L1. El módulo (r505) de sincronización de tiempo/frecuencia en la figura 62 puede estimar el desplazamiento de frecuencia de la portadora a partir de la posición del pico.

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

Desde el punto de vista del diseño piloto, el GI actual ya sobreprotege la dispersión de retardo del canal de cable. En el peor caso, rediseñar el modelo de canal puede ser una opción. Para repetir el patrón exactamente cada 8 MHz, la distancia piloto debe ser un divisor de 3584 portadoras ($z=32$ ó 56). Una densidad piloto de $z=32$ puede aumentar la sobrecarga piloto, por tanto, puede elegirse $z=56$. Una cobertura de retardo ligeramente inferior puede no ser importante en el canal de cable. Por ejemplo, puede ser de 8 μs para PP5' y 4 μs para PP7' en comparación con 9,3 μs (PP5) y 4,7 μs (PP7). Pueden cubrirse retardos significativos por ambos patrones piloto incluso en el peor caso. Para la posición piloto de preámbulo, no se necesitan más que todas las posiciones SP en símbolo de datos.

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

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

Tal como se muestra en la figura 50, se alinean pilotos a 8 MHz desde cada borde de la banda, cada posición piloto y estructura piloto puede repetirse cada 8 MHz. Por tanto, esta estructura puede soportar la estructura de preámbulo mostrada en la figura 48. Además, puede usarse una estructura piloto común entre símbolos de datos y de preámbulo. Por tanto, el módulo (r501) de estimación de canal en la figura 62 puede realizar la estimación de canal usando interpolación en símbolos de datos y de preámbulo dado que no puede producirse ningún patrón piloto irregular, independientemente de la posición de ventana que se decide por las ubicaciones de segmentos de datos. En este momento, usar sólo la interpolación de frecuencia puede ser suficiente para compensar la distorsión de canal a partir de la dispersión de retardo. Si se realiza adicionalmente interpolación de tiempo, puede realizarse una estimación de canal más precisa.

Por consiguiente, en el nuevo patrón piloto propuesto, puede repetirse el patrón y la posición piloto basándose en un periodo de 8 MHz. Puede usarse un único patrón piloto tanto para símbolos de datos como de preámbulo. La decodificación de L1 siempre puede ser posible sin conocimiento de unión de canal. Además, el patrón piloto propuesto puede no afectar a la concepción común con T2 porque puede usarse la misma estrategia piloto de patrón piloto dispersado; T2 ya usa 8 patrones piloto diferentes; y no puede aumentarse una complejidad de receptor significativa mediante patrones piloto modificados. Para una secuencia de aleatorización piloto, el periodo de PRBS puede ser de 2047 (secuencia m); la generación de PRBS puede reiniciarse cada 8 MHz, cuyo periodo es de 3584; la tasa de repetición piloto de 56 también puede ser co-prima con 2047; y no puede esperarse ningún problema de PAPR.

La figura 51 muestra un ejemplo de un modulador basado en OFDM. Pueden transformarse flujos de símbolos de entrada en dominio de tiempo mediante el módulo (501) de IFFT. Si es necesario, puede reducirse la relación potencia pico a potencia promedio (PAPR) en un módulo (502) de reducción de PAPR. Para métodos de PAPR, puede usarse una extensión de constelación activa (ACE) o reserva de tono. El módulo (503) de inserción de GI puede copiar al menos parte del símbolo de OFDM eficaz para llenar el intervalo de seguridad en forma de prefijo cíclico.

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

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

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

La figura 55 muestra otro ejemplo de estructura de preámbulo o estructura de símbolos de preámbulo para una eficacia de espectro completa, generada en el módulo (401) de inserción de cabecera de trama en la figura 42. Al igual que el símbolo de datos, los bloques de L1 pueden repetirse en el dominio de frecuencia en un periodo de 8 MHz. Un bloque de L1 completo todavía es "siempre decodificable" en cualquier posición de ventana de sintonización de 7,61 MHz arbitraria. Tras la sintonización, los datos de 7,61 MHz pueden considerarse como un código virtualmente perforado. Tener exactamente el mismo ancho de banda tanto para los símbolos de datos como de preámbulo y exactamente la misma estructura piloto tanto para los símbolos de datos como de preámbulo puede maximizar la eficacia de espectro. Otras características tales como la propiedad desplazada cíclica y no enviar bloque de L1 en caso de que no haya segmento de datos pueden mantenerse sin cambios. En otras palabras, el ancho de banda de símbolos de preámbulo puede ser idéntico al ancho de banda de símbolos de datos o, tal como se muestra en la figura 57, el ancho de banda de los símbolos de preámbulo puede ser el ancho de banda del sintonizador (en este caso, es de 7,61 MHz). El ancho de banda del sintonizador puede definirse como un ancho de banda que corresponde a un número de portadoras activas totales cuando se usa un único canal. Es decir, el ancho de banda del símbolo de preámbulo puede corresponder al número de portadoras activas totales (en este caso, es de 7,61 MHz).

El número de portadoras activas por canal puede ser diferente dependiendo del método de recuento como apreciará cualquier experto en la técnica. Es decir, en la figura 46, se transmiten 3409 portadoras activas por un único canal que corresponden a un ancho de banda de 7,61 MHz. Sin embargo, si no se cuenta ninguno de los bordes de canal, puede decirse que el número de portadoras por un único canal es de 3408.

La figura 56 muestra un código virtualmente perforado. Los datos de 7,61 MHz en el bloque de L1 de 8 MHz pueden considerarse código perforado. Cuando un sintonizador (r603) mostrado en la figura 61 usa un ancho de banda de

7,61 MHz para una decodificación de L1, el elemento (r401) de eliminación de cabecera de trama en la figura 63 necesita redistribuir el bloque de L1 desplazado cíclico, recibido, en su forma original tal como se muestra en la figura 56. En este momento, la decodificación de L1 se realiza usando todo el ancho de banda del sintonizador. Una vez redistribuido el bloque de L1, un espectro del bloque de L1 redistribuido puede tener una región vacía dentro del espectro tal como se muestra en el lado superior derecho de la figura 56 porque un tamaño original del bloque de L1 es de un ancho de banda de 8 MHz.

Una vez que la región vacía se rellena con ceros, o bien tras desentrelazar el dominio de símbolos mediante el desentrelazador (r403) de frecuencia en la figura 63 o bien mediante el desentrelazador (r308-1) de símbolos en la figura 64 o bien tras desentrelazar en el dominio de bits mediante el decorrelacionador (r306-1) de símbolos, el multiplexor (r305-1) de bits y el desentrelazador (r304-1) interno en la figura 64, el bloque puede tener una forma que parece estar perforada tal como se muestra en el lado derecho inferior de la figura 56.

Este bloque de L1 puede decodificarse en el módulo (r303-1) de decodificación perforada/abreviada en la figura 64. Usando esta estructura de preámbulo, puede usarse todo el ancho de banda del sintonizador, por tanto puede aumentarse la eficacia de espectro y la ganancia de codificación. Además, puede usarse una estructura piloto y ancho de banda idéntica para los símbolos de datos y de preámbulo.

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

Por tanto, pueden maximizarse la eficacia de espectro y el rendimiento de decodificación de L1. En otras palabras, en un receptor, puede realizarse la decodificación en el módulo (r303-1) de decodificación perforada/abreviada en la figura 64, tras realizar sólo el desentrelazado en el dominio de símbolos.

Por consiguiente, la nueva estructura de preámbulo propuesta puede ser ventajosa porque es totalmente compatible con el preámbulo usado anteriormente excepto porque el ancho de banda es diferente; los bloques de L1 se repiten en un periodo de 8 MHz; el bloque de L1 siempre puede ser decodificable independientemente de la posición de ventana del sintonizador; puede usarse el ancho de banda del sintonizador completo para la decodificación de L1; una eficacia de espectro máxima puede garantizar más ganancia de codificación; el bloque de L1 incompleto puede considerarse código perforado; puede usarse una estructura piloto sencilla e igual tanto para preámbulo como para datos; y puede usarse un ancho de banda idéntico tanto para preámbulo como para datos.

La figura 59 muestra un ejemplo de un procesador analógico. Un módulo (501) DAC puede convertir la señal digital introducida en señal analógica. Tras la conversión ascendente (502) y la filtración analógica (503) del ancho de banda de frecuencia de transmisión puede transmitirse la señal.

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

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

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

es específicamente para DVB-C2.

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

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

Cuando se usa una constelación optimizada según la capacidad de la constelación y la tasa de código del código de corrección de errores en el correlacionador (306) de símbolos del transmisor, el decorrelacionador (r306) de símbolos del receptor puede obtener una constelación usando la información de tasa de código y capacidad de la constelación transmitida desde el transmisor. El multiplexor (r305) de bits del receptor puede realizar una función inversa a la del demultiplexador (305) de bits del transmisor. El desentrelazador (r304) interno y el desentrelazador (r302) externo del receptor pueden realizar funciones inversas a las del entrelazador (304) interno y el entrelazador (302) externo del transmisor, respectivamente para conseguir el flujo de bits en su secuencia original. El desentrelazador (r302) externo puede omitirse si el demodulador de BICM es específicamente para DVB-C2.

El decodificador (r303) interno y el decodificador (r301) externo del receptor pueden realizar procedimientos de decodificación correspondientes a los del codificador (303) interno y el codificador (301) externo del transmisor, respectivamente, para corregir errores en el canal de transmisión. Procedimientos similares realizados en la trayectoria de datos pueden realizarse en la trayectoria de señalización de L1, pero con diferentes parámetros (r308-1 ~ r301-1). En este punto, como se explicó en la parte del preámbulo, puede usarse un módulo de código abreviado/perforado para la decodificación de la señal de L1.

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

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

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

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

- 5 Transmitiendo información de ModCod en cada cabecera de trama de BB que se necesita para ACM/VCM y transmitiendo el resto de la señalización de capa física en una cabecera de trama, puede minimizarse la sobrecarga de señalización.
- 10 Puede implementarse una QAM modificada para una transmisión más eficaz en cuanto a la energía o un sistema de difusión digital más robusto frente al ruido. El sistema puede incluir transmisor y receptor para cada ejemplo dado a conocer y las combinaciones de los mismos.
- 15 Puede implementarse una QAM no uniforme mejorada para una transmisión más eficaz en cuanto a la energía o un sistema de difusión digital más robusto frente al ruido. También se describe un método para usar tasa de código de código de corrección de errores de NU-MQAM y MQAM. El sistema puede incluir transmisor y receptor para cada ejemplo dado a conocer y las combinaciones de los mismos.
- 20 El método de señalización de L1 sugerido puede reducir la sobrecarga en un 3~4% minimizando la sobrecarga de señalización durante la unión de canal.
- Resultará evidente para los expertos en la técnica que pueden realizarse diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método de transmisión de una señal de difusión a un receptor que tiene datos para datos de servicio y preámbulo, comprendiendo el método:
5 correlacionar bits de datos de preámbulo para dar símbolos de datos de preámbulo y bits de datos para dar símbolos de datos;
10 formar al menos un segmento de datos basándose en los símbolos de datos;
15 formar una trama de señal basándose en los símbolos de datos de preámbulo y el segmento de datos;
15 modular la trama de señal mediante un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM); y
20 transmitir la trama de señal modulada,
20 caracterizado porque los símbolos de datos de preámbulo se dividen en bloques de capa 1 (L1), correspondiendo el ancho de banda de cada bloque de L1 a un número total de subportadoras activas asignadas a un único canal y repitiéndose los bloques de L1 en el dominio de frecuencia con una tasa de repetición que es el ancho de banda del bloque de L1.
2. Método según la reivindicación 1, en el que el ancho de banda del bloque de L1 es de 7,61 MHz.
- 25 3. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el bloque de L1 tiene información de señalización de L1 del segmento de datos.
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que además comprende:
30 codificar mediante LDPC los datos de preámbulo mediante un esquema de LDPC perforado y abreviado.
5. Método de recepción de una señal de difusión, comprendiendo el método;
35 demodular señales recibidas mediante el uso de un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM);
40 detectar una trama de señal a partir de las señales demoduladas, comprendiendo la trama de señal símbolos de preámbulo y símbolos de datos;
40 decorrelacionar para dar bits para los símbolos de preámbulo y bits para los símbolos de datos; y
45 decodificar los bits para los símbolos de preámbulo mediante un esquema de decodificación mediante LDPC (comprobación de paridad de baja densidad) perforado y abreviado,
45 caracterizado porque los símbolos de preámbulo se dividen en bloques de capa 1 (L1), correspondiendo el ancho de banda de cada bloque de L1 a un número total de subportadoras activas asignadas a un único canal y repitiéndose los bloques de L1 en el dominio de frecuencia con una tasa de repetición que es el ancho de banda del bloque de L1.
- 50 6. Método según la reivindicación 5, en el que el ancho de banda del bloque de L1 es de 7,61 MHz.
7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 5 y 6, en el que el bloque de L1 tiene información de señalización de L1 del segmento de datos.
- 55 8. Transmisor de transmisión de una señal de difusión que tiene datos para datos de servicio y preámbulo a un receptor, comprendiendo el transmisor:
60 un correlacionador configurado para correlacionar bits de datos de preámbulo para dar símbolos de datos de preámbulo y bits de datos para dar símbolos de datos;
un formador de segmentos de datos configurado para formar al menos un segmento de datos basándose en los símbolos de datos;

- un formador de tramas configurado para formar una trama de señal basándose en los símbolos de datos de preámbulo y el segmento de datos;
- 5 un modulador configurado para modular la trama de señal mediante un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM); y
- una unidad de transmisión configurada para transmitir la trama de señal modulada,
- 10 caracterizado porque el transmisor está configurado para procesar señales en las que los símbolos de datos de preámbulo se dividen en bloques de capa 1 (L1), correspondiendo el ancho de banda de cada bloque de L1 a un número total de subportadoras activas asignadas a un único canal y repitiéndose los bloques de L1 en el dominio de frecuencia con una tasa de repetición que es el ancho de banda del bloque de L1.
- 15 9. Transmisor según la reivindicación 8, en el que el ancho de banda del bloque de L1 es de 7,61 MHz.
10. Transmisor según una cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9, en el que el bloque de L1 tiene información de señalización de L1 del segmento de datos.
- 20 11. Transmisor según una cualquiera de las reivindicaciones 8 y 10, que además comprende:
- un codificador de LDPC configurado para codificar los datos de preámbulo mediante un esquema de LDPC perforado y abreviado.
- 25 12. Receptor de recepción de una señal de difusión, comprendiendo el receptor;
- un demodulador configurado para demodular señales recibidas mediante el uso de un método de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM);
- 30 un analizador sintáctico de tramas configurado para obtener una trama de señal a partir de las señales demoduladas, comprendiendo la trama de señal símbolos de preámbulo y símbolos de datos,
- un decorrelacionador configurado para decorrelacionar la trama de señal obtenida para dar bits para los símbolos de preámbulo y bits para los símbolos de datos; y
- 35 un decodificador configurado para decodificar los bits para los símbolos de preámbulo mediante un esquema de decodificación mediante LDPC (comprobación de paridad de baja densidad) perforado y abreviado,
- 40 caracterizado porque el receptor está configurado para procesar señales en las que los símbolos de preámbulo se dividen en bloques de capa 1 (L1), correspondiendo el ancho de banda de cada bloque de L1 a número total de subportadoras activas asignadas a un único canal y repitiéndose los bloques de L1 en el dominio de frecuencia con una tasa de repetición que es el ancho de banda del bloque de L1.
- 45 13. Receptor según la reivindicación 12, en el que el ancho de banda del bloque de L1 es de 7,61 MHz.
14. Receptor según la reivindicación 12, en el que el bloque de L1 tiene información de señalización de L1 del segmento de datos.
- 50

Fig. 1

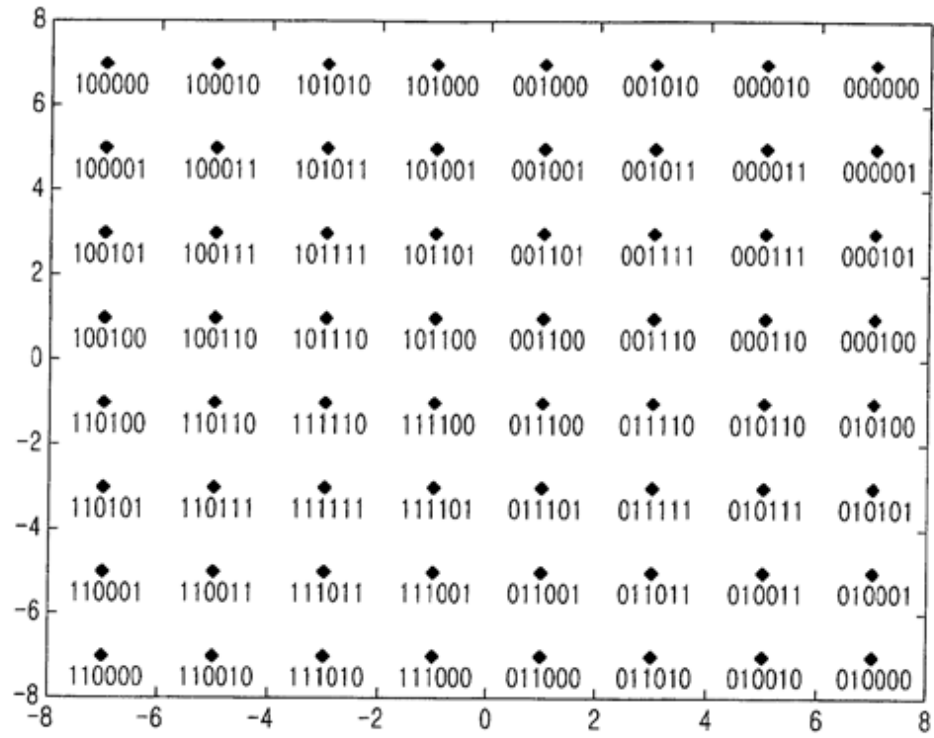


Fig. 2



Fig. 3

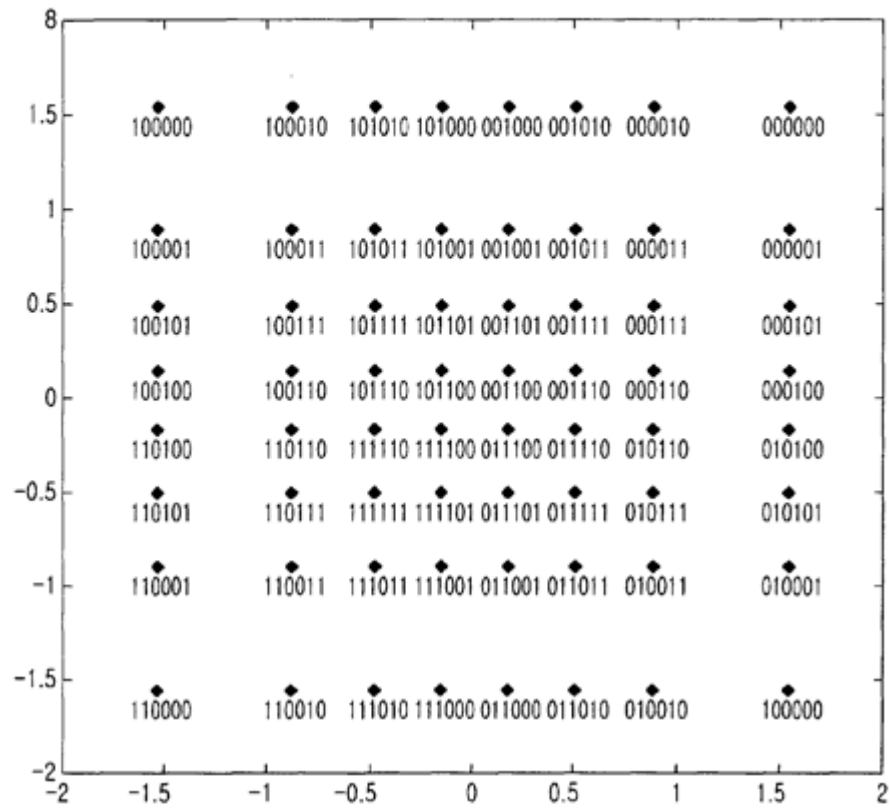


Fig. 4



Fig. 5

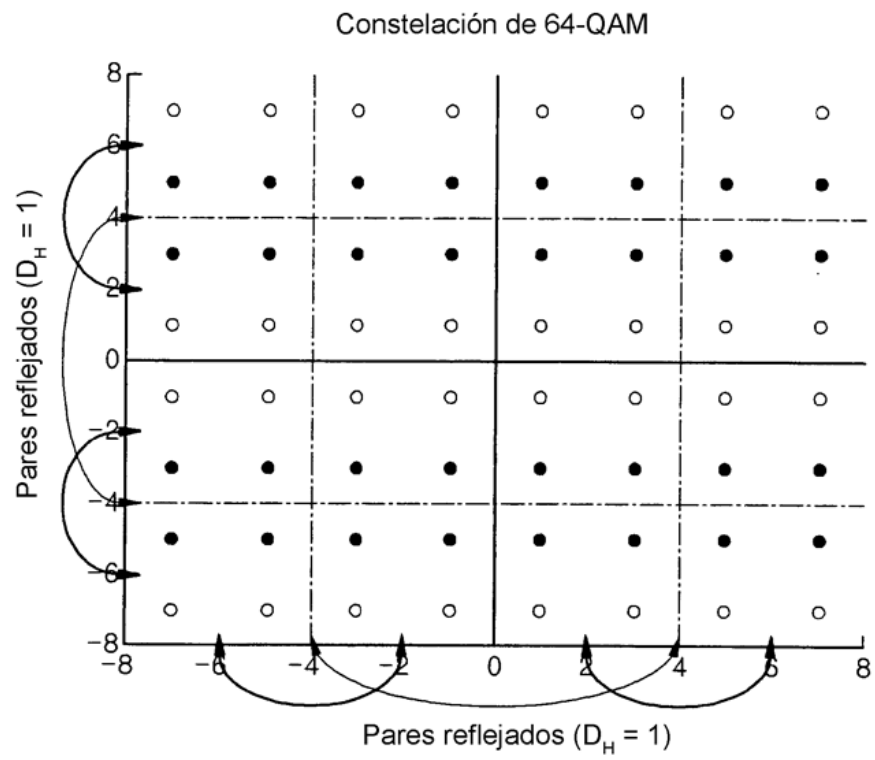
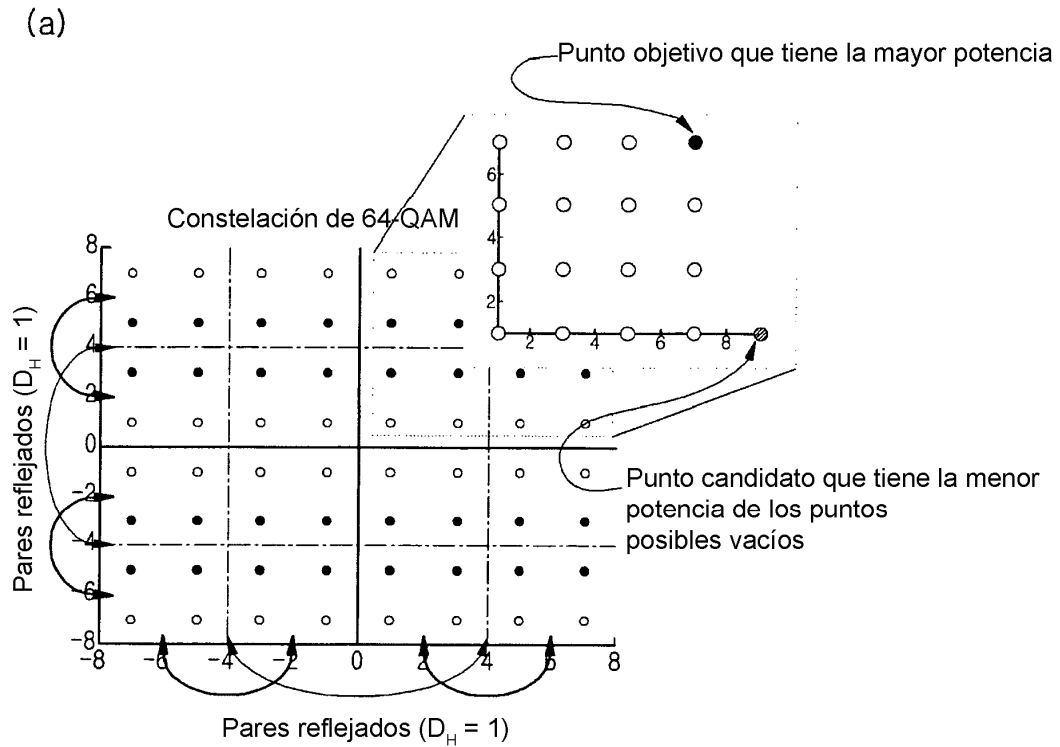


Fig. 6



(b)

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

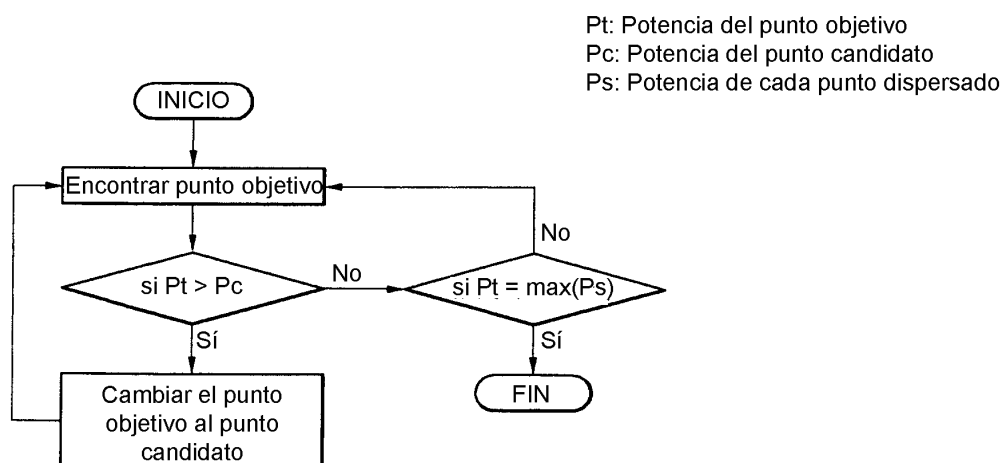


Fig. 7

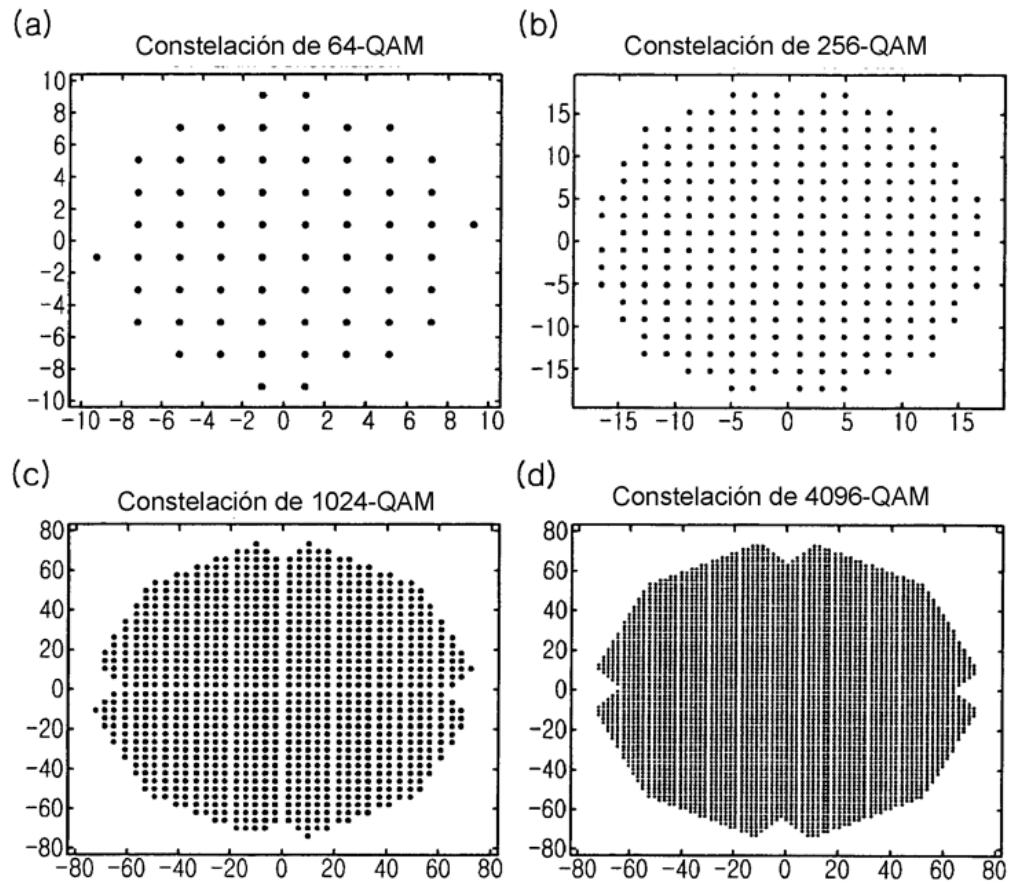


Fig. 8

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

Fig. 9

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

Fig. 10

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

Fig. 13

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

Fig. 16

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

Fig. 17

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

Fig. 19

541	7 + 53i	605	7 + 43i	669	25 + 53i	733	25 + 43i	797	7 + 11i	861	7 + 21i	925	25 + 11i	989	25 + 21i
542	5 + 55i	606	5 + 41i	670	27 + 55i	734	27 + 41i	798	5 + 9i	862	5 + 23i	926	27 + 9i	990	27 + 23i
543	5 + 53i	607	5 + 43i	671	27 + 53i	735	27 + 43i	799	5 + 11i	863	5 + 21i	927	27 + 11i	991	27 + 21i
544	15 + 63i	608	15 + 33i	672	17 + 63i	736	17 + 33i	800	15 + 11i	864	15 + 31i	928	17 + 11i	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 + 11i	866	13 + 31i	930	19 + 11i	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

ers.

Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.
1024	1-65i	1088	63-33i	1152	33-63i	1216	33-33i	1280	63-1i	1344	63-31i	1408	33-1i	1472	33-31i	1536	33-1i	1600	33-1i	1664	33-1i
1025	65-3i	1089	65-29i	1153	33-61i	1217	33-35i	1281	63-3i	1345	63-29i	1409	33-3i	1473	33-29i	1537	33-3i	1601	33-3i	1665	33-3i
1026	3-65i	1090	61-33i	1154	29-65i	1218	35-33i	1282	61-1i	1346	61-31i	1410	35-1i	1474	35-31i	1538	35-1i	1602	35-1i	1666	35-1i
1027	3-67i	1091	61-35i	1155	35-61i	1219	35-35i	1283	61-3i	1347	61-29i	1411	35-3i	1475	35-29i	1539	35-3i	1603	35-3i	1667	35-3i
1028	65-7i	1092	65-25i	1156	33-57i	1220	33-39i	1284	63-7i	1348	63-25i	1412	33-7i	1476	33-25i	1540	33-7i	1604	33-7i	1668	33-7i
1029	65-5i	1093	65-27i	1157	33-59i	1221	33-37i	1285	63-5i	1349	63-27i	1413	33-5i	1477	33-27i	1541	33-5i	1605	33-5i	1669	33-5i
1030	67-7i	1094	67-25i	1158	35-57i	1222	35-39i	1286	61-7i	1350	61-25i	1414	35-7i	1478	35-25i	1542	35-7i	1606	35-7i	1670	35-7i
1031	67-5i	1095	61-37i	1159	35-59i	1223	35-37i	1287	61-5i	1351	61-27i	1415	35-5i	1479	35-27i	1543	35-5i	1607	35-5i	1671	35-5i
1032	7-65i	1096	57-33i	1160	25-65i	1224	39-33i	1288	57-1i	1352	57-29i	1416	39-1i	1480	39-31i	1544	39-1i	1608	39-1i	1672	39-1i
1033	7-67i	1097	57-35i	1161	25-67i	1225	39-35i	1289	57-3i	1353	57-31i	1417	39-3i	1481	39-29i	1545	39-3i	1609	39-3i	1673	39-3i
1034	5-65i	1098	59-33i	1162	27-65i	1226	37-33i	1290	59-1i	1354	59-31i	1418	37-1i	1482	37-31i	1546	37-1i	1610	37-1i	1674	37-1i
1035	5-67i	1099	59-35i	1163	37-61i	1227	37-35i	1291	59-3i	1355	59-29i	1419	37-3i	1483	37-29i	1547	37-3i	1611	37-3i	1675	37-3i
1036	7-71i	1100	57-39i	1164	39-57i	1228	39-39i	1292	57-7i	1356	57-25i	1420	39-7i	1484	39-25i	1548	39-7i	1612	39-7i	1676	39-7i
1037	7-69i	1101	57-37i	1165	39-59i	1229	39-37i	1293	57-5i	1357	57-27i	1421	39-5i	1485	39-27i	1549	39-5i	1613	39-5i	1677	39-5i
1038	69-7i	1102	59-39i	1166	37-57i	1230	37-39i	1294	59-7i	1358	59-25i	1422	37-7i	1486	37-25i	1550	37-7i	1614	37-7i	1678	37-7i
1039	5-69i	1103	59-37i	1167	37-59i	1231	37-37i	1295	59-5i	1359	59-27i	1423	37-5i	1487	37-27i	1551	59-5i	1615	37-5i	1679	37-5i
1040	65-15i	1104	65-17i	1168	33-49i	1232	33-47i	1296	63-15i	1360	63-17i	1424	33-15i	1488	33-17i	1552	33-15i	1616	33-15i	1680	33-15i
1041	65-13i	1105	65-19i	1169	33-51i	1233	33-45i	1297	63-13i	1361	63-19i	1425	33-13i	1489	33-19i	1553	33-13i	1617	33-13i	1681	33-13i
1042	67-15i	1106	67-17i	1170	35-49i	1234	35-47i	1298	61-15i	1362	61-17i	1426	35-15i	1490	35-17i	1554	35-15i	1618	35-15i	1682	35-15i
1043	67-13i	1107	67-19i	1171	35-51i	1235	35-45i	1299	61-13i	1363	61-19i	1427	35-13i	1491	35-19i	1555	35-13i	1619	35-13i	1683	35-13i
1044	65-9i	1108	65-23i	1172	33-55i	1236	33-41i	1300	63-9i	1364	63-23i	1428	33-9i	1492	33-23i	1556	33-9i	1620	33-9i	1684	33-9i
1045	65-11i	1109	65-21i	1173	33-53i	1237	33-43i	1301	63-11i	1365	63-21i	1429	33-11i	1493	33-21i	1557	33-11i	1621	33-11i	1685	33-11i
1046	67-9i	1110	67-23i	1174	35-55i	1238	35-41i	1302	61-9i	1366	61-23i	1430	35-9i	1494	35-23i	1558	35-9i	1622	35-9i	1686	35-9i
1047	67-11i	1111	67-21i	1175	35-53i	1239	35-43i	1303	61-11i	1367	61-21i	1431	35-11i	1495	35-21i	1559	35-11i	1623	35-11i	1687	35-11i
1048	71-15i	1112	71-17i	1176	39-49i	1240	39-47i	1304	57-15i	1368	57-17i	1432	39-15i	1496	39-17i	1560	39-15i	1624	39-15i	1688	39-15i
1049	71-13i	1113	57-45i	1177	39-51i	1241	39-45i	1305	57-13i	1369	57-19i	1433	39-13i	1497	39-19i	1561	39-13i	1625	39-13i	1689	39-13i
1050	69-15i	1114	59-17i	1178	37-49i	1242	37-47i	1306	59-15i	1370	59-17i	1434	37-15i	1498	37-17i	1562	37-15i	1626	37-15i	1690	37-15i
1051	69-13i	1115	69-19i	1179	37-51i	1243	37-45i	1307	59-13i	1371	59-19i	1435	37-13i	1499	37-19i	1563	37-13i	1627	37-13i	1691	37-13i
1052	71-9i	1116	57-41i	1180	39-55i	1244	39-41i	1308	57-9i	1372	57-23i	1436	39-9i	1500	39-23i	1564	39-9i	1628	39-9i	1692	39-9i
1053	71-11i	1117	57-43i	1181	39-53i	1245	39-43i	1309	57-11i	1373	57-21i	1437	39-11i	1501	39-21i	1565	39-11i	1629	39-11i	1693	39-11i
1054	69-9i	1118	59-41i	1182	37-55i	1246	37-41i	1310	59-9i	1374	59-23i	1438	37-9i	1502	37-23i	1566	37-9i	1630	37-9i	1694	37-9i
1055	69-11i	1119	69-21i	1183	37-53i	1247	37-43i	1311	59-11i	1375	59-21i	1439	37-11i	1503	37-21i	1567	37-11i	1631	37-11i	1695	37-11i

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. 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

ers, [

Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.	Valor	Dispers.
2048	-1 + 651	2112	-63 + 331	2176	-33 + 631	2240	-33 + 331	2304	-63 + 111	2368	-63 + 311	2432	-33 + 111	2496	-33 + 311		
2049	-65 + 31	2113	-65 + 291	2177	-33 + 611	2241	-33 + 351	2305	-63 + 31	2369	-63 + 291	2433	-33 + 31	2497	-33 + 291		
2050	-3 + 651	2114	-61 + 331	2178	-29 + 651	2242	-35 + 331	2306	-61 + 111	2370	-61 + 311	2434	-35 + 111	2498	-35 + 311		
2051	-3 + 671	2115	-61 + 351	2179	-35 + 611	2243	-35 + 351	2307	-61 + 31	2371	-61 + 291	2435	-35 + 31	2499	-35 + 291		
2052	-65 + 71	2116	-65 + 251	2180	-33 + 571	2244	-33 + 391	2308	-63 + 71	2372	-63 + 251	2436	-33 + 71	2500	-33 + 251		
2053	-65 + 51	2117	-65 + 271	2181	-33 + 591	2245	-33 + 371	2309	-63 + 51	2373	-63 + 271	2437	-33 + 51	2501	-33 + 271		
2054	-67 + 71	2118	-67 + 251	2182	-35 + 571	2246	-35 + 391	2310	-61 + 71	2374	-61 + 251	2438	-35 + 71	2502	-35 + 251		
2055	-67 + 51	2119	-67 + 371	2183	-35 + 591	2247	-35 + 371	2311	-61 + 51	2375	-61 + 271	2439	-35 + 51	2503	-35 + 271		
2056	-7 + 651	2120	-57 + 331	2184	-25 + 651	2248	-39 + 331	2312	-57 + 111	2376	-57 + 311	2440	-39 + 111	2504	-39 + 311		
2057	-7 + 671	2121	-57 + 351	2185	-25 + 671	2249	-39 + 351	2313	-57 + 31	2377	-57 + 291	2441	-39 + 31	2505	-39 + 291		
2058	-5 + 651	2122	-59 + 331	2186	-27 + 651	2250	-37 + 331	2314	-59 + 111	2378	-59 + 311	2442	-37 + 111	2506	-37 + 311		
2059	-5 + 671	2123	-59 + 351	2187	-37 + 611	2251	-37 + 351	2315	-59 + 31	2379	-59 + 291	2443	-37 + 31	2507	-37 + 291		
2060	-7 + 711	2124	-57 + 391	2188	-39 + 571	2252	-39 + 391	2316	-57 + 71	2380	-57 + 251	2444	-39 + 71	2508	-39 + 251		
2061	-7 + 691	2125	-57 + 371	2189	-39 + 591	2253	-39 + 371	2317	-57 + 51	2381	-57 + 271	2445	-39 + 51	2509	-39 + 271		
2062	-69 + 71	2126	-59 + 391	2190	-37 + 571	2254	-37 + 391	2318	-59 + 71	2382	-59 + 251	2446	-37 + 71	2510	-37 + 251		
2063	-5 + 691	2127	-59 + 371	2191	-37 + 591	2255	-37 + 371	2319	-59 + 51	2383	-59 + 271	2447	-37 + 51	2511	-37 + 271		
2064	-65 + 151	2128	-65 + 171	2192	-33 + 491	2256	-33 + 471	2320	-63 + 151	2384	-63 + 171	2448	-33 + 151	2512	-33 + 171		
2065	-65 + 131	2129	-65 + 191	2193	-33 + 511	2257	-33 + 451	2321	-63 + 131	2385	-63 + 191	2449	-33 + 131	2513	-33 + 191		
2066	-67 + 151	2130	-67 + 171	2194	-35 + 491	2258	-35 + 471	2322	-61 + 151	2386	-61 + 171	2450	-35 + 151	2514	-35 + 171		
2067	-67 + 131	2131	-67 + 191	2195	-35 + 511	2259	-35 + 451	2323	-61 + 131	2387	-61 + 191	2451	-35 + 131	2515	-35 + 191		
2068	-65 + 91	2132	-65 + 231	2196	-33 + 551	2260	-33 + 411	2324	-63 + 91	2388	-63 + 231	2452	-33 + 91	2516	-33 + 231		
2069	-65 + 111	2133	-65 + 211	2197	-33 + 531	2261	-33 + 431	2325	-63 + 111	2389	-63 + 211	2453	-33 + 111	2517	-33 + 211		
2070	-67 + 91	2134	-67 + 231	2198	-35 + 551	2262	-35 + 411	2326	-61 + 91	2390	-61 + 231	2454	-35 + 91	2518	-35 + 231		
2071	-67 + 111	2135	-67 + 211	2199	-35 + 531	2263	-35 + 431	2327	-61 + 111	2391	-61 + 211	2455	-35 + 111	2519	-35 + 211		
2072	-71 + 151	2136	-71 + 171	2200	-39 + 491	2264	-39 + 471	2328	-57 + 151	2392	-57 + 171	2456	-39 + 151	2520	-39 + 171		
2073	-71 + 131	2137	-57 + 451	2201	-39 + 511	2265	-39 + 451	2329	-57 + 131	2393	-57 + 191	2457	-39 + 131	2521	-39 + 191		
2074	-69 + 151	2138	-69 + 171	2202	-37 + 491	2266	-37 + 471	2330	-59 + 151	2394	-59 + 171	2458	-37 + 151	2522	-37 + 171		
2075	-69 + 131	2139	-69 + 191	2203	-37 + 511	2267	-37 + 451	2331	-59 + 131	2395	-59 + 191	2459	-37 + 131	2523	-37 + 191		
2076	-71 + 91	2140	-57 + 411	2204	-39 + 551	2268	-39 + 411	2332	-57 + 91	2396	-57 + 231	2460	-39 + 91	2524	-39 + 231		
2077	-71 + 111	2141	-57 + 431	2205	-39 + 531	2269	-39 + 431	2333	-57 + 111	2397	-57 + 211	2461	-39 + 111	2525	-39 + 211		
2078	-69 + 91	2142	-59 + 411	2206	-37 + 551	2270	-37 + 411	2334	-59 + 91	2398	-59 + 231	2462	-37 + 91	2526	-37 + 231		
2079	-69 + 111	2143	-69 + 211	2207	-37 + 531	2271	-37 + 431	2335	-59 + 111	2399	-59 + 211	2463	-37 + 111	2527	-37 + 211		
2080	-15 + 651	2144	-49 + 331	2208	-17 + 651	2272	-47 + 331	2336	-49 + 111	2400	-49 + 311	2464	-37 + 111	2528	-47 + 311		

Fig. 25

2081	-15 + 67	2145	-49 + 35	2209	-17 + 67	2273	-47 + 35	2337	-49 + 31	2401	-49 + 29	2465	-47 + 31	2529	-47 + 29
2082	-13 + 65	2146	-51 + 33	2210	-19 + 65	2274	-45 + 33	2338	-51 + 11	2402	-51 + 31	2466	-45 + 11	2530	-45 + 31
2083	-13 + 67	2147	-51 + 35	2211	-19 + 67	2275	-45 + 35	2339	-51 + 31	2403	-51 + 29	2467	-45 + 31	2531	-45 + 29
2084	-15 + 71	2148	-49 + 39	2212	-17 + 71	2276	-47 + 39	2340	-49 + 71	2404	-49 + 25	2468	-47 + 71	2532	-47 + 25
2085	-15 + 69	2149	-49 + 37	2213	-17 + 69	2277	-47 + 37	2341	-49 + 51	2405	-49 + 27	2469	-47 + 51	2533	-47 + 27
2086	-13 + 71	2150	-51 + 39	2214	-45 + 57	2278	-45 + 39	2342	-51 + 71	2406	-51 + 25	2470	-45 + 71	2534	-45 + 25
2087	-13 + 69	2151	-51 + 37	2215	-19 + 69	2279	-45 + 37	2343	-51 + 51	2407	-51 + 27	2471	-45 + 51	2535	-45 + 27
2088	-9 + 65	2152	-55 + 33	2216	-23 + 65	2280	-41 + 33	2344	-55 + 11	2408	-55 + 31	2472	-41 + 11	2536	-41 + 31
2089	-9 + 67	2153	-55 + 35	2217	-23 + 67	2281	-41 + 35	2345	-55 + 31	2409	-55 + 29	2473	-41 + 31	2537	-41 + 29
2090	-11 + 65	2154	-53 + 33	2218	-21 + 65	2282	-43 + 33	2346	-53 + 11	2410	-53 + 31	2474	-43 + 11	2538	-43 + 31
2091	-11 + 67	2155	-53 + 35	2219	-21 + 67	2283	-43 + 35	2347	-53 + 31	2411	-53 + 29	2475	-43 + 31	2539	-43 + 29
2092	-9 + 71	2156	-55 + 39	2220	-41 + 57	2284	-41 + 39	2348	-55 + 71	2412	-55 + 25	2476	-41 + 71	2540	-41 + 25
2093	-9 + 69	2157	-55 + 37	2221	-41 + 59	2285	-41 + 37	2349	-55 + 51	2413	-55 + 27	2477	-41 + 51	2541	-41 + 27
2094	-11 + 71	2158	-53 + 39	2222	-43 + 57	2286	-43 + 39	2350	-53 + 71	2414	-53 + 25	2478	-43 + 71	2542	-43 + 25
2095	-11 + 69	2159	-53 + 37	2223	-21 + 69	2287	-43 + 37	2351	-53 + 51	2415	-53 + 27	2479	-43 + 51	2543	-43 + 27
2096	-49 + 49	2160	-49 + 47	2224	-47 + 49	2288	-47 + 47	2352	-49 + 15	2416	-49 + 17	2480	-47 + 15	2544	-47 + 17
2097	-49 + 51	2161	-49 + 45	2225	-47 + 51	2289	-47 + 45	2353	-49 + 13	2417	-49 + 19	2481	-47 + 13	2545	-47 + 19
2098	-51 + 49	2162	-51 + 47	2226	-45 + 49	2290	-45 + 47	2354	-51 + 15	2418	-51 + 17	2482	-45 + 15	2546	-45 + 17
2099	-51 + 51	2163	-51 + 45	2227	-45 + 51	2291	-45 + 45	2355	-51 + 13	2419	-51 + 19	2483	-45 + 13	2547	-45 + 19
2100	-49 + 55	2164	-49 + 41	2228	-47 + 55	2292	-47 + 41	2356	-49 + 91	2420	-49 + 23	2484	-47 + 91	2548	-47 + 23
2101	-49 + 53	2165	-49 + 43	2229	-47 + 53	2293	-47 + 43	2357	-49 + 11	2421	-49 + 21	2485	-47 + 11	2549	-47 + 21
2102	-13 + 73	2166	-51 + 41	2230	-45 + 55	2294	-45 + 41	2358	-51 + 91	2422	-51 + 23	2486	-45 + 91	2550	-45 + 23
2103	-51 + 53	2167	-51 + 43	2231	-45 + 53	2295	-45 + 43	2359	-51 + 11	2423	-51 + 21	2487	-45 + 11	2551	-45 + 21
2104	-55 + 49	2168	-55 + 47	2232	-41 + 49	2296	-41 + 47	2360	-55 + 15	2424	-55 + 17	2488	-41 + 15	2552	-41 + 17
2105	-73 + 13	2169	-55 + 45	2233	-41 + 51	2297	-41 + 45	2361	-55 + 13	2425	-55 + 19	2489	-41 + 13	2553	-41 + 19
2106	-53 + 49	2170	-53 + 47	2234	-43 + 49	2298	-43 + 47	2362	-53 + 15	2426	-53 + 17	2490	-43 + 15	2554	-43 + 17
2107	-53 + 51	2171	-53 + 45	2235	-43 + 51	2299	-43 + 45	2363	-53 + 13	2427	-53 + 19	2491	-43 + 13	2555	-43 + 19
2108	-9 + 73	2172	-55 + 41	2236	-41 + 55	2300	-41 + 41	2364	-55 + 91	2428	-55 + 23	2492	-41 + 91	2556	-41 + 23
2109	-73 + 11	2173	-55 + 43	2237	-41 + 53	2301	-41 + 43	2365	-55 + 11	2429	-55 + 21	2493	-41 + 11	2557	-41 + 21
2110	-11 + 73	2174	-53 + 41	2238	-43 + 55	2302	-43 + 41	2366	-53 + 91	2430	-53 + 23	2494	-43 + 91	2558	-43 + 23
2111	-53 + 53	2175	-53 + 43	2239	-43 + 53	2303	-43 + 43	2367	-53 + 11	2431	-53 + 21	2495	-43 + 11	2559	-43 + 21

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. 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 - 11i	3424	-49 - 31i	3488	-47 - 11i	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 - 11i	3426	-51 - 31i	3490	-45 - 11i	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 - 11i	3432	-55 - 31i	3496	-41 - 11i	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 - 11i	3434	-53 - 31i	3498	-43 - 11i	3562	-43 - 31i
3115	-11 - 67i	3179	-53 - 35i	3243	-21 - 67i	3307	-43 - 35i	3371	-53 - 3i	3435	-53 - 29i	3499	-43 - 3i	3563	-43 - 29i
3116	-9 - 71i	3180	-55 - 39i	3244	-41 - 57i	3308	-41 - 39i	3372	-55 - 7i	3436	-55 - 25i	3500	-41 - 7i	3564	-41 - 25i
3117	-9 - 69i	3181	-55 - 37i	3245	-41 - 59i	3309	-41 - 37i	3373	-55 - 5i	3437	-55 - 27i	3501	-41 - 5i	3565	-41 - 27i
3118	-11 - 71i	3182	-53 - 39i	3246	-43 - 57i	3310	-43 - 39i	3374	-53 - 7i	3438	-53 - 25i	3502	-43 - 7i	3566	-43 - 25i
3119	-11 - 69i	3183	-53 - 37i	3247	-21 - 69i	3311	-43 - 37i	3375	-53 - 5i	3439	-53 - 27i	3503	-43 - 5i	3567	-43 - 27i
3120	-49 - 49i	3184	-49 - 47i	3248	-47 - 49i	3312	-47 - 47i	3376	-49 - 15i	3440	-49 - 17i	3504	-47 - 15i	3568	-47 - 17i
3121	-49 - 51i	3185	-49 - 45i	3249	-47 - 51i	3313	-47 - 45i	3377	-49 - 13i	3441	-49 - 19i	3505	-47 - 13i	3569	-47 - 19i
3122	-51 - 49i	3186	-51 - 47i	3250	-45 - 49i	3314	-45 - 47i	3378	-51 - 15i	3442	-51 - 17i	3506	-45 - 15i	3570	-45 - 17i
3123	-51 - 51i	3187	-51 - 45i	3251	-45 - 51i	3315	-45 - 45i	3379	-51 - 13i	3443	-51 - 19i	3507	-45 - 13i	3571	-45 - 19i
3124	-49 - 55i	3188	-49 - 41i	3252	-47 - 55i	3316	-47 - 41i	3380	-49 - 9i	3444	-49 - 23i	3508	-47 - 9i	3572	-47 - 23i
3125	-49 - 53i	3189	-49 - 43i	3253	-47 - 53i	3317	-47 - 43i	3381	-49 - 11i	3445	-49 - 21i	3509	-47 - 11i	3573	-47 - 21i
3126	-13 - 73i	3190	-51 - 41i	3254	-45 - 55i	3318	-45 - 41i	3382	-51 - 9i	3446	-51 - 23i	3510	-45 - 9i	3574	-45 - 23i
3127	-51 - 53i	3191	-51 - 43i	3255	-45 - 53i	3319	-45 - 43i	3383	-51 - 11i	3447	-51 - 21i	3511	-45 - 11i	3575	-45 - 21i
3128	-55 - 49i	3192	-55 - 47i	3256	-41 - 49i	3320	-41 - 47i	3384	-55 - 15i	3448	-55 - 17i	3512	-41 - 15i	3576	-41 - 17i
3129	-73 - 13i	3193	-55 - 45i	3257	-41 - 51i	3321	-41 - 45i	3385	-55 - 13i	3449	-55 - 19i	3513	-41 - 13i	3577	-41 - 19i
3130	-53 - 49i	3194	-53 - 47i	3258	-43 - 49i	3322	-43 - 47i	3386	-53 - 15i	3450	-53 - 17i	3514	-43 - 15i	3578	-43 - 17i
3131	-53 - 51i	3195	-53 - 45i	3259	-43 - 51i	3323	-43 - 45i	3387	-53 - 13i	3451	-53 - 19i	3515	-43 - 13i	3579	-43 - 19i
3132	-73 - 9i	3196	-55 - 41i	3260	-41 - 55i	3324	-41 - 41i	3388	-55 - 9i	3452	-55 - 23i	3516	-41 - 9i	3580	-41 - 23i
3133	-73 - 11i	3197	-55 - 43i	3261	-41 - 53i	3325	-41 - 43i	3389	-55 - 11i	3453	-55 - 21i	3517	-41 - 11i	3581	-41 - 21i
3134	-11 - 73i	3198	-53 - 41i	3262	-43 - 55i	3326	-43 - 41i	3390	-53 - 9i	3454	-53 - 23i	3518	-43 - 9i	3582	-43 - 23i
3135	-53 - 53i	3199	-53 - 43i	3263	-43 - 53i	3327	-43 - 43i	3391	-53 - 11i	3455	-53 - 21i	3519	-43 - 11i	3583	-43 - 21i

Fig. 31

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

Fig. 32

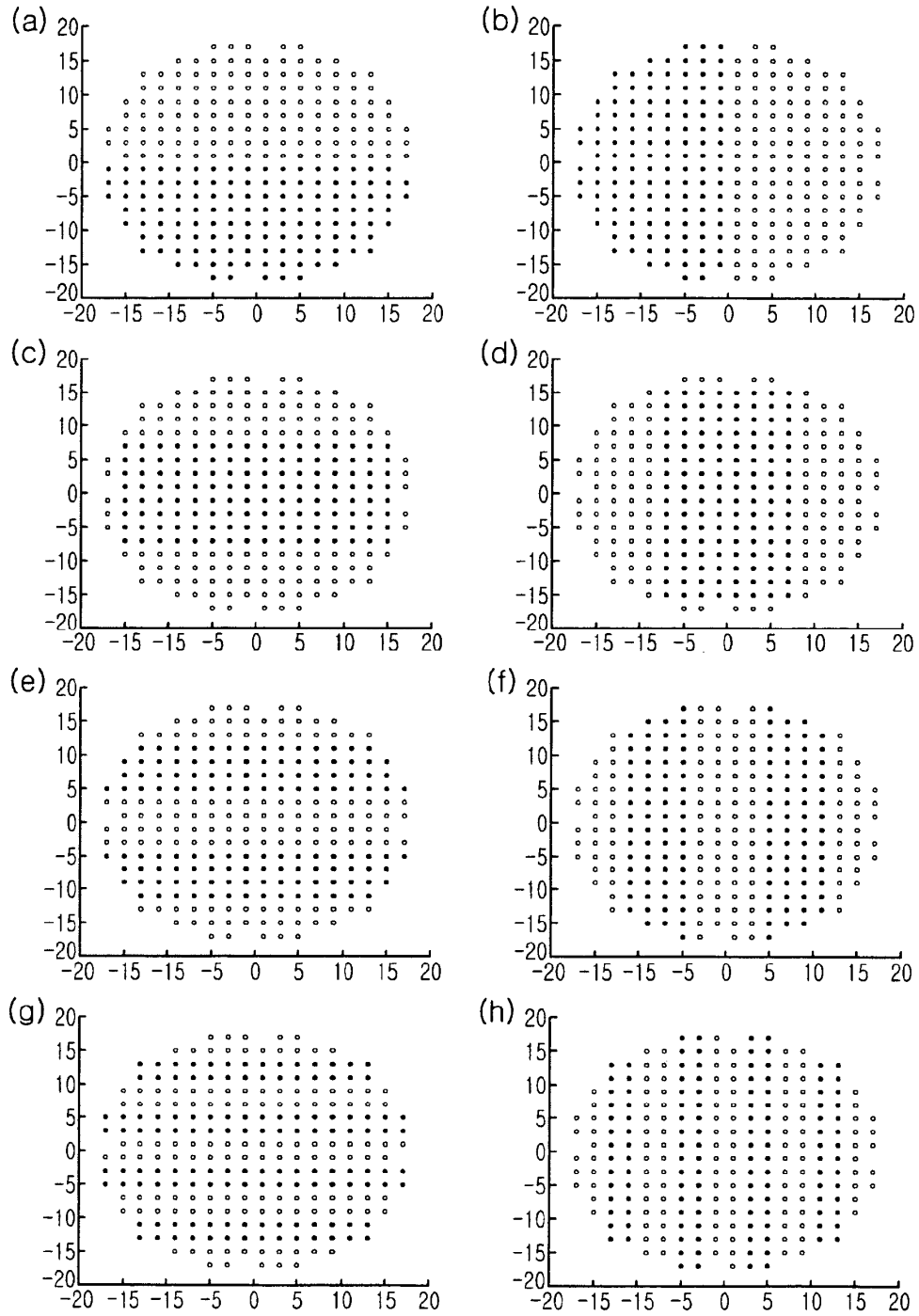


Fig. 33

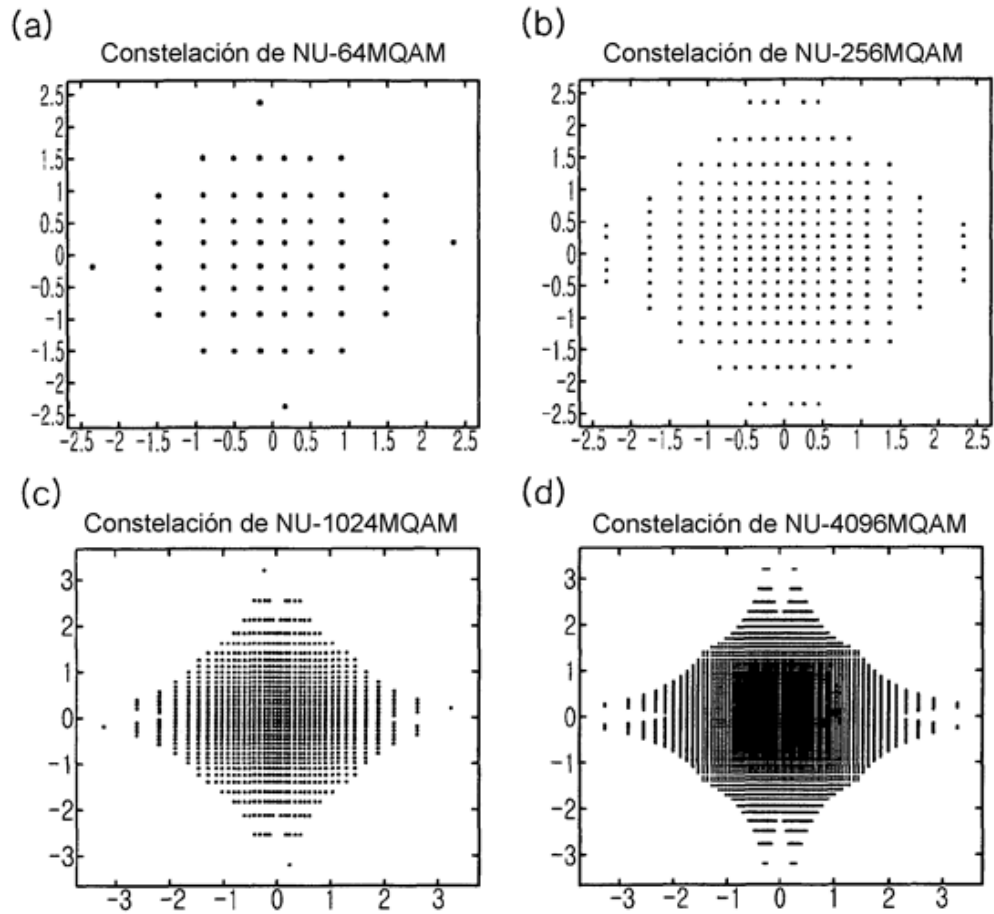


Fig. 34



Fig. 35

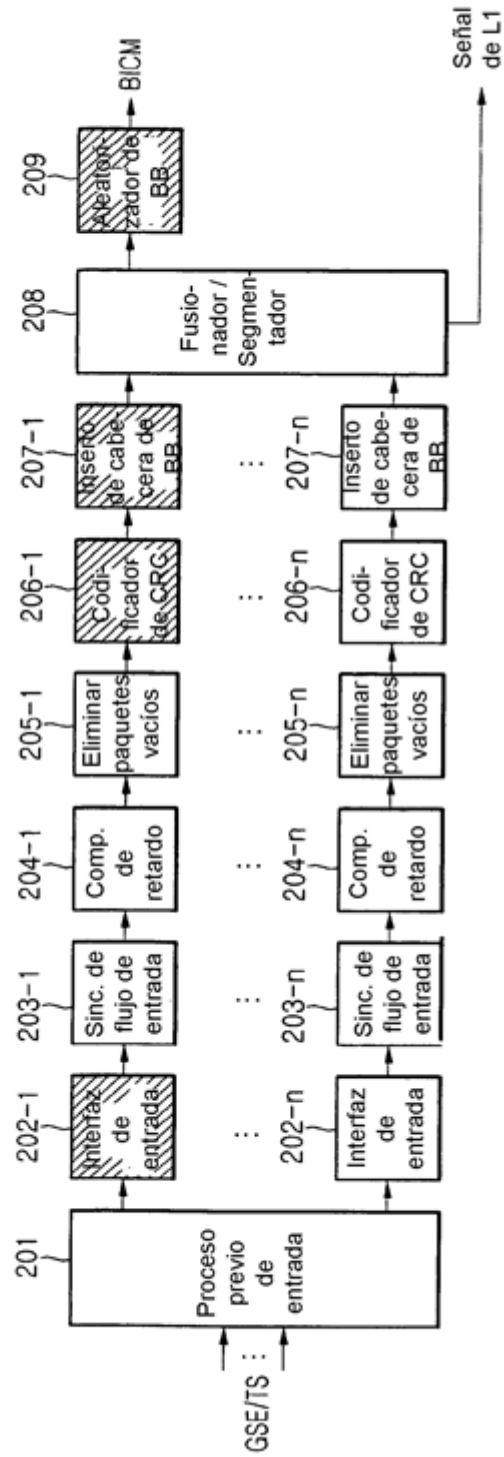


Fig. 36

TS/GS (2 bits)	SIS/MIS (1 bit)	CCM/ACM (1 bit)	ISSYI (1 bit)	NPD (1bit)	EXT (2bits)
00 = GFPS 11 = TS 01 = GCS 10 = GSE	1 = único 0 = múltiple	1 = CCM 0 = ACM	1 = activo 0 = no activo	1 = activo 0 = no activo	Reservado para uso futuro

Campo	Tamaño (bytes)	Descripción
MATYPE	2	Como se describió anteriormente
UPL	2	Longitud de paquete de usuario, en el intervalo [0, 65535]
DFL	2	Longitud de campo de datos en bits, en el intervalo [0, 53760]
SYNC	1	Una copia del byte de sinc. de paquetes de usuario
SYNCD	2	La distancia en bits desde el comienzo del CAMPO DE DATOS hasta el primer ASCENSO completo del campo de datos. SYNCD=0 _D significa que el primer ASCENSO está alineado con el comienzo del Campo de Datos. SYNCD=65535 _D significa que ningún ASCENSO comienza en el CAMPO DE DATOS
CRC-8 MODE	1	El XOR del campo CRC-8 (1 byte) con el campo MODO (1 byte). CRC-8 es el código de detección de errores aplicado a los 9 primeros bytes de la CABECERA DE BB. MODO (8 bits) será: • 0_D Modo normal • 1_D Modo de alta eficacia • Otros valores: reservado para uso futuro

Fig. 37

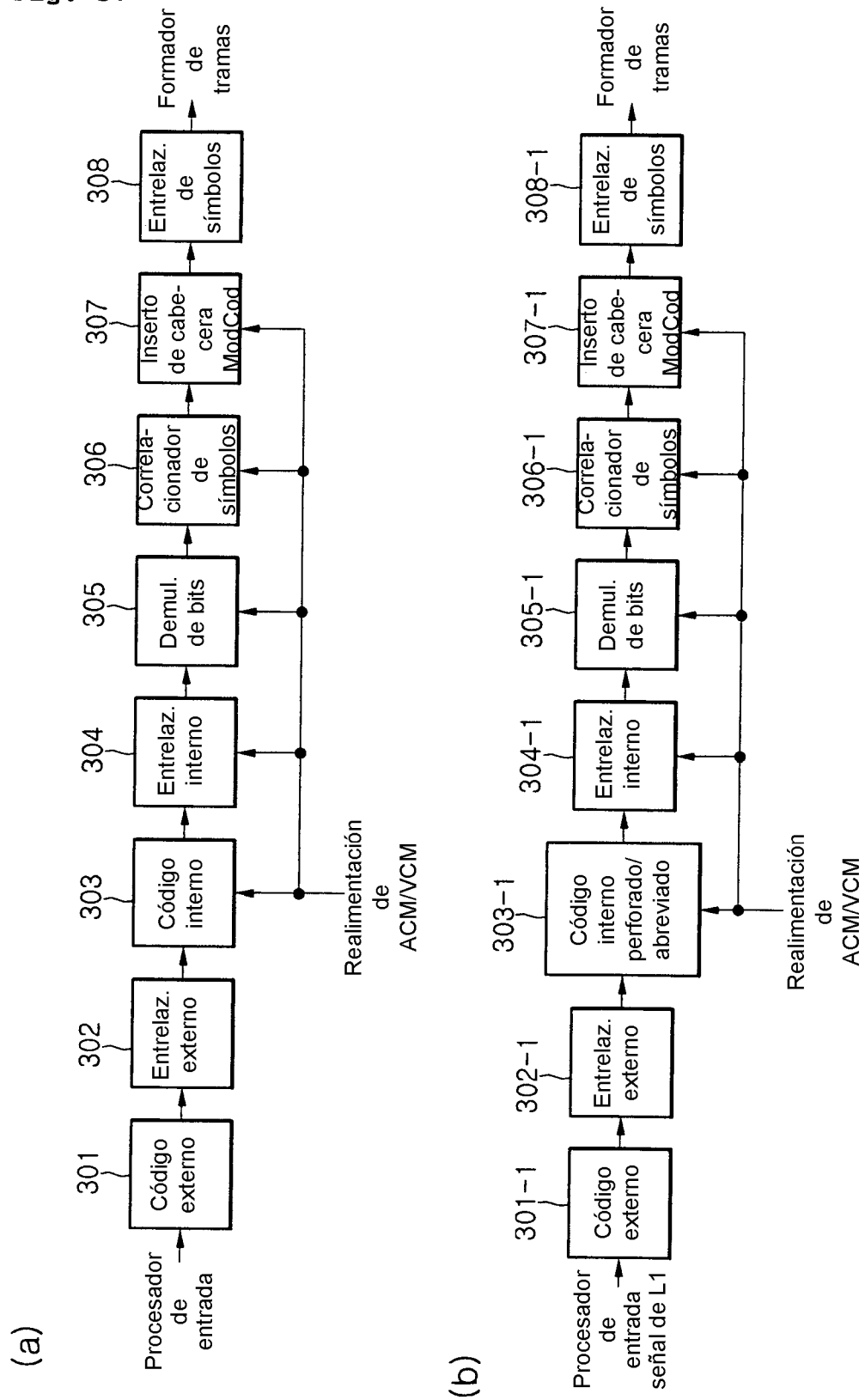


Fig. 38

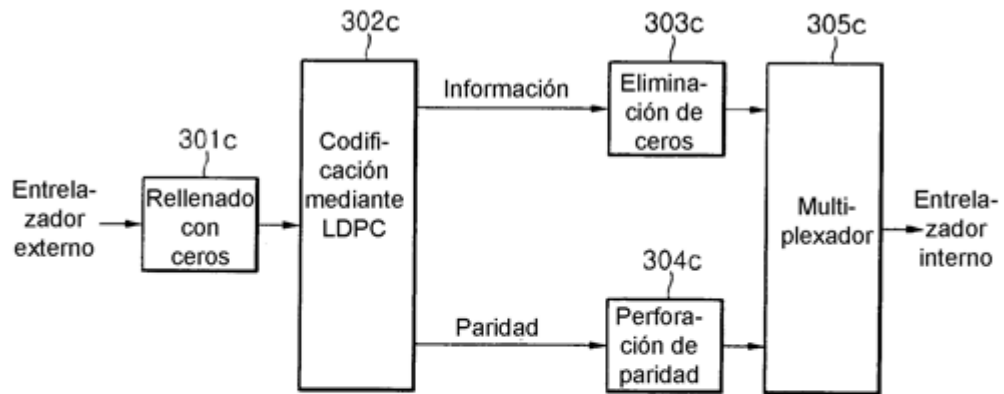


Fig. 39

			Caso 1	Caso 2
Capacidad (bit/s/Hz)			Modulación	Modulación
6	1/2	3.0	NU-MQAM	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

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

Fig. 41

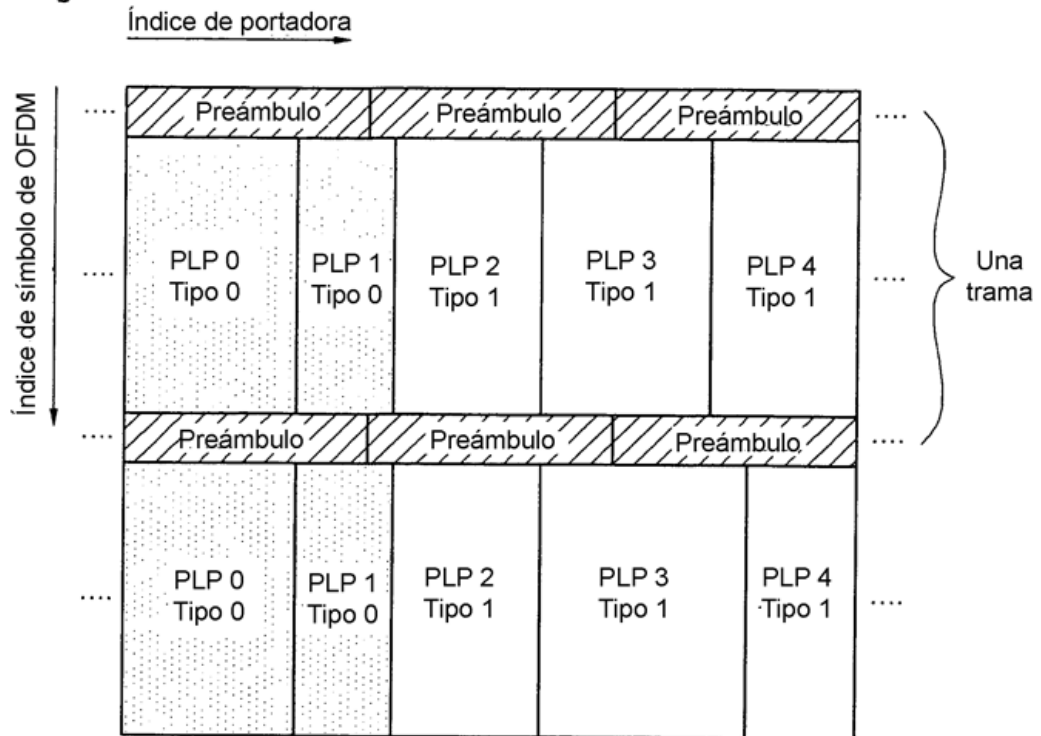


Fig. 42

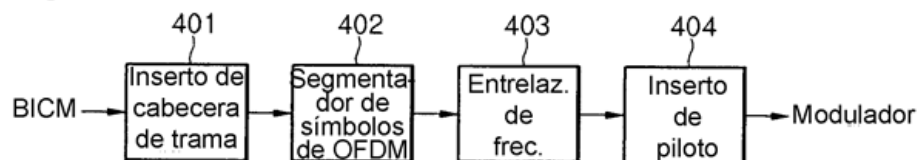


Fig. 43

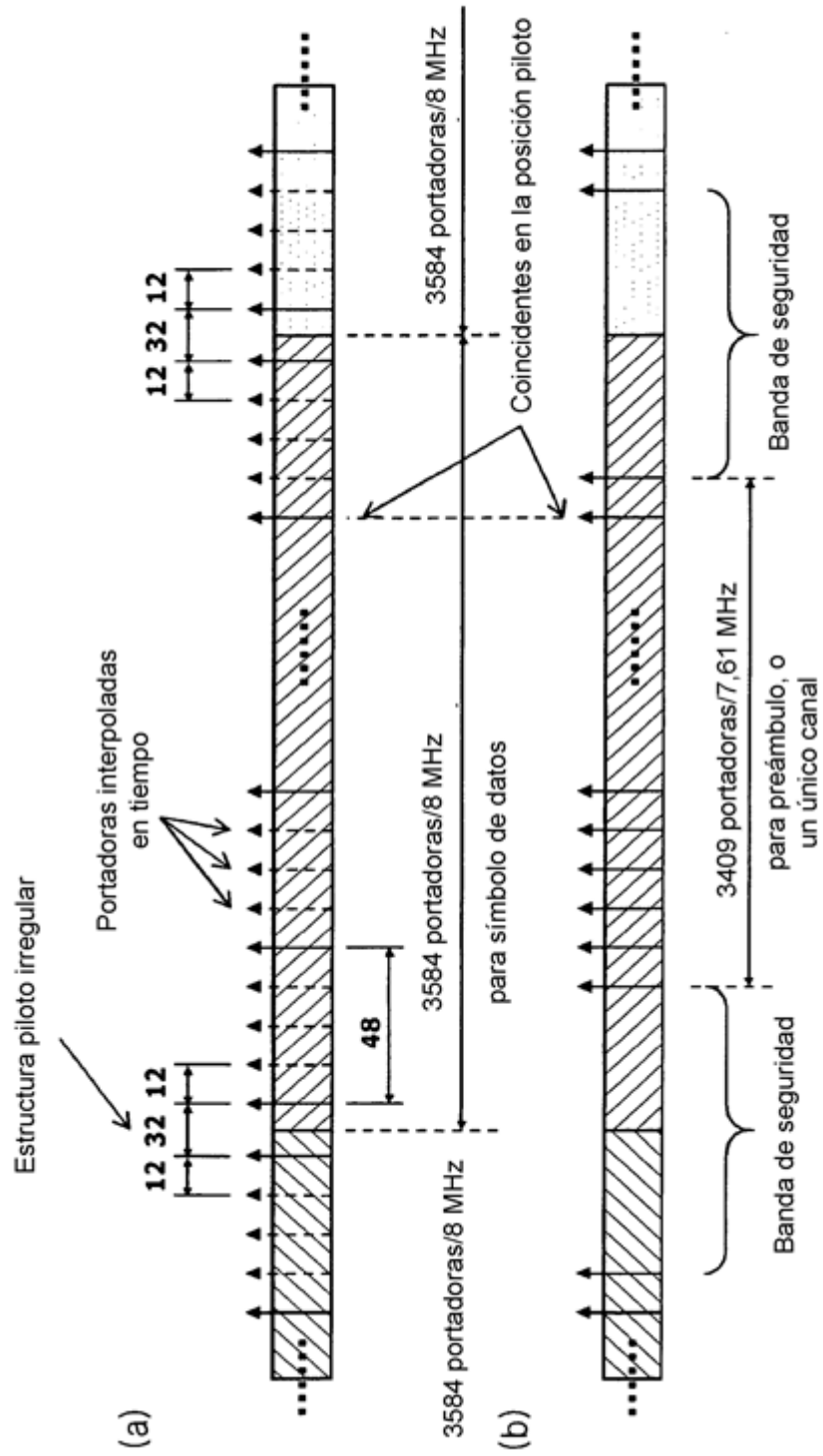


Fig. 44

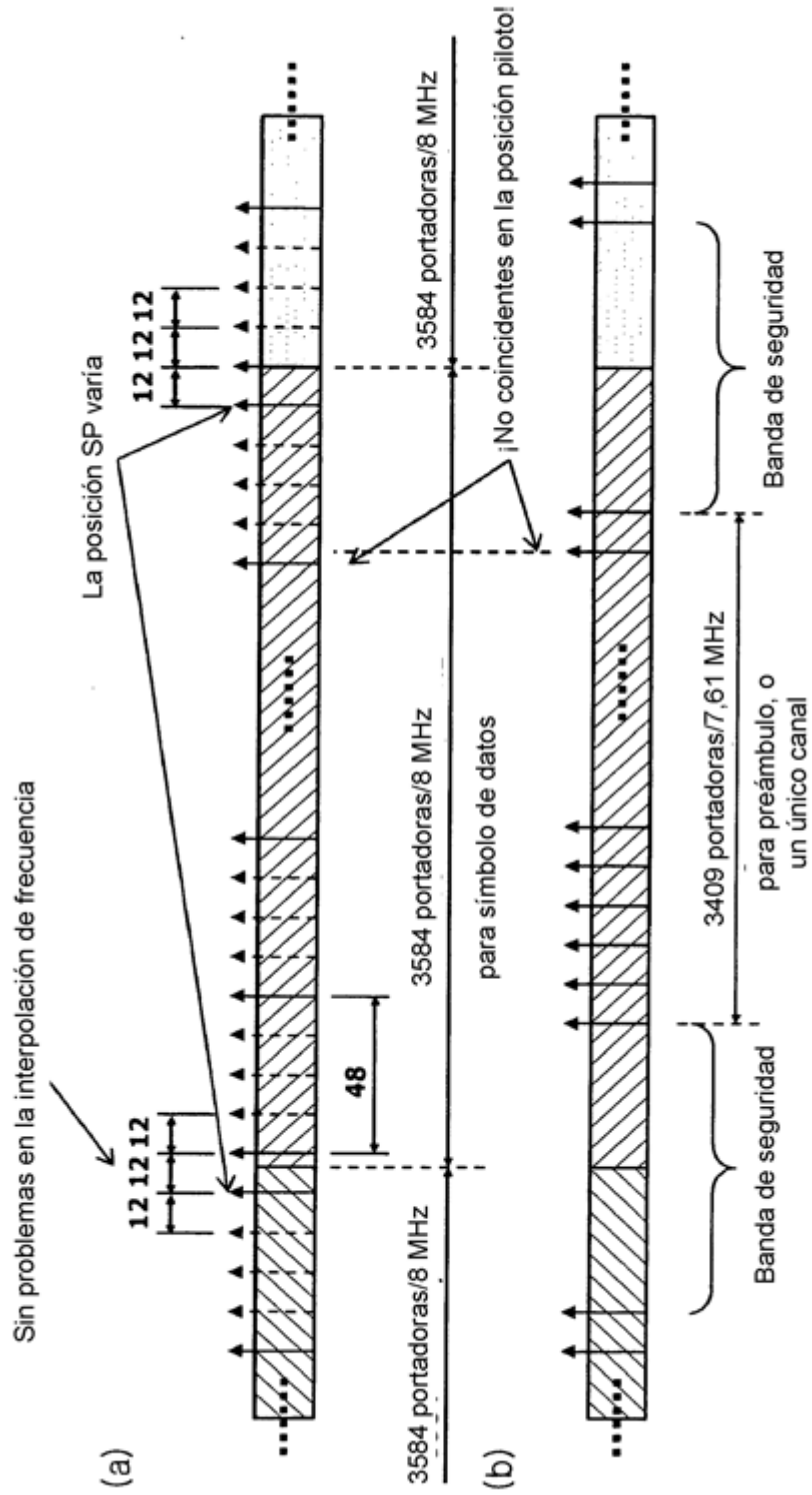


Fig. 45

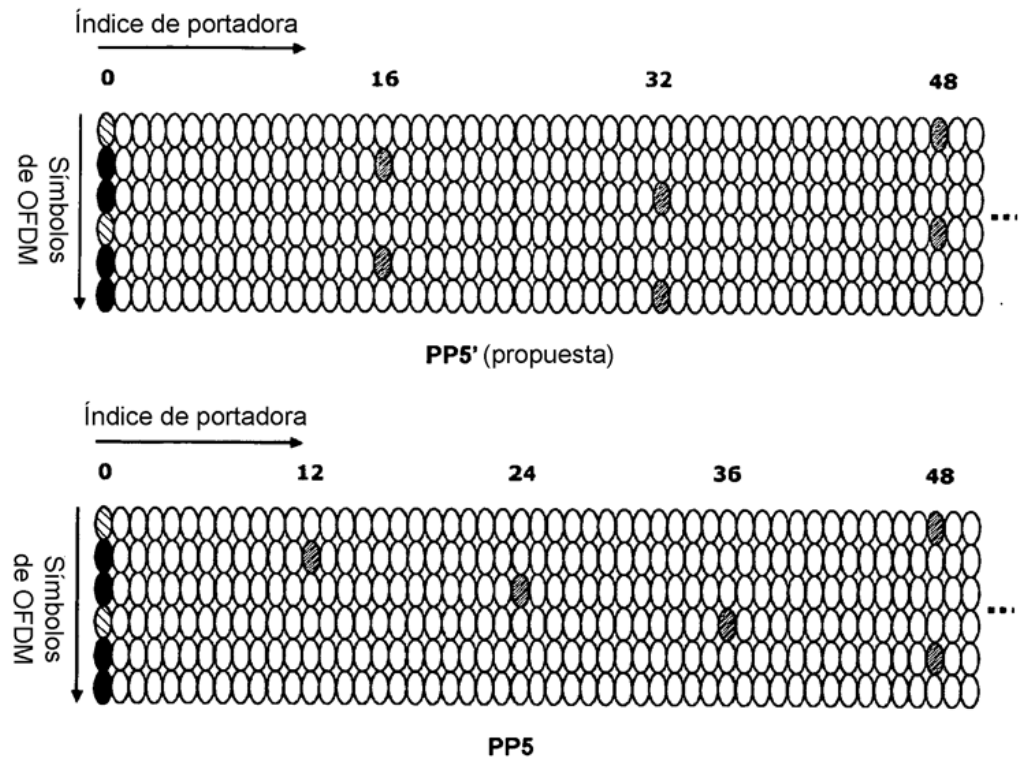


Fig. 46

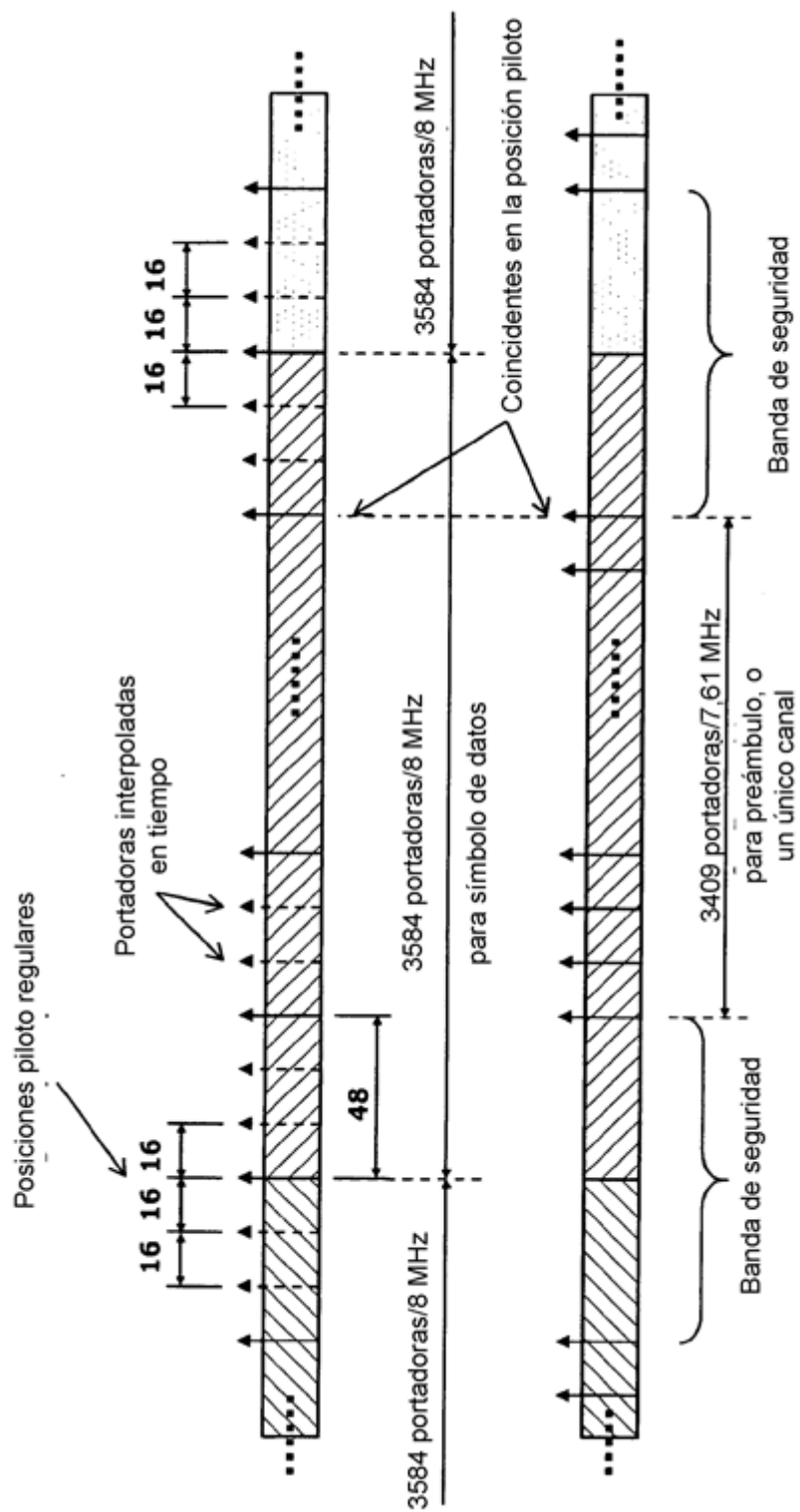


Fig. 47

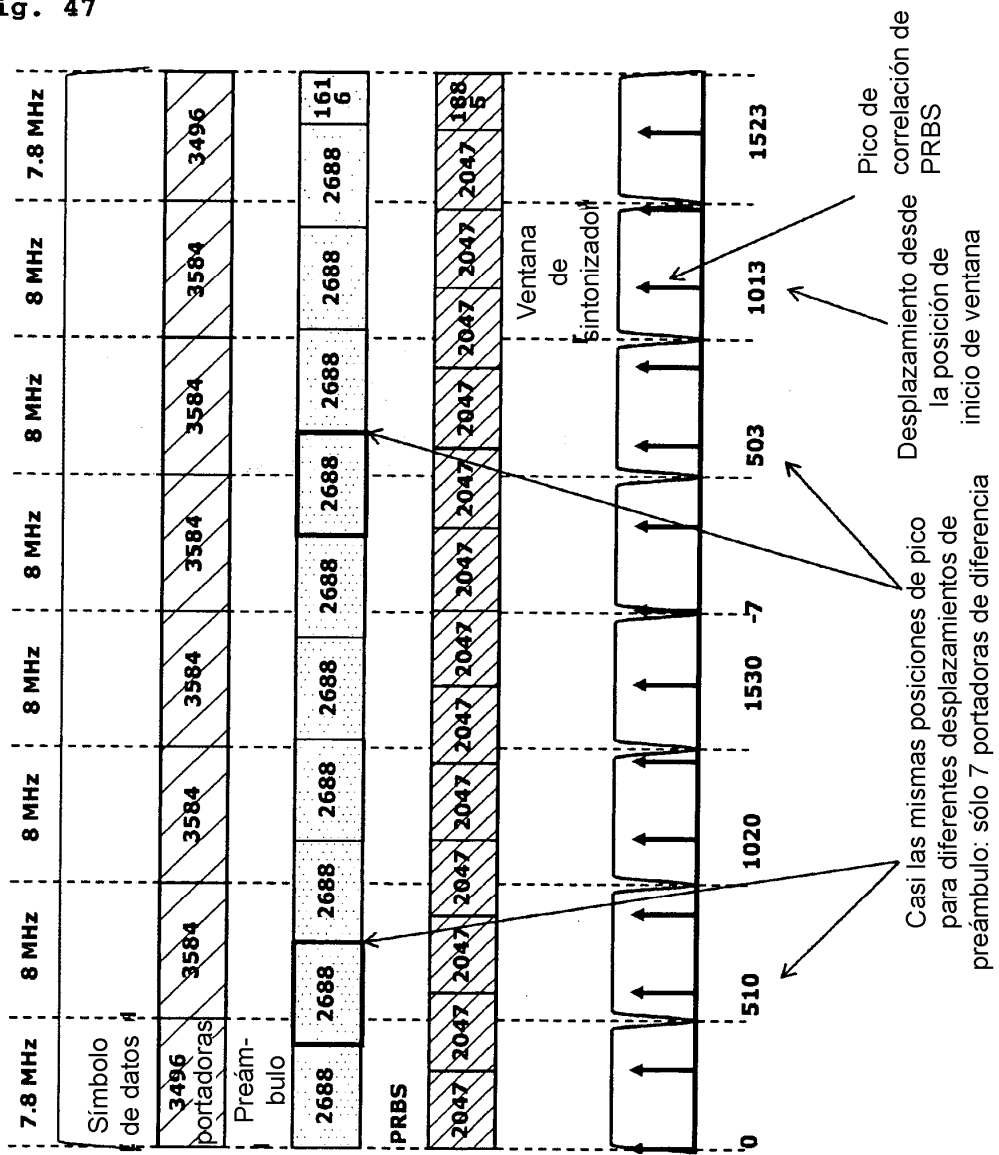


Fig. 48

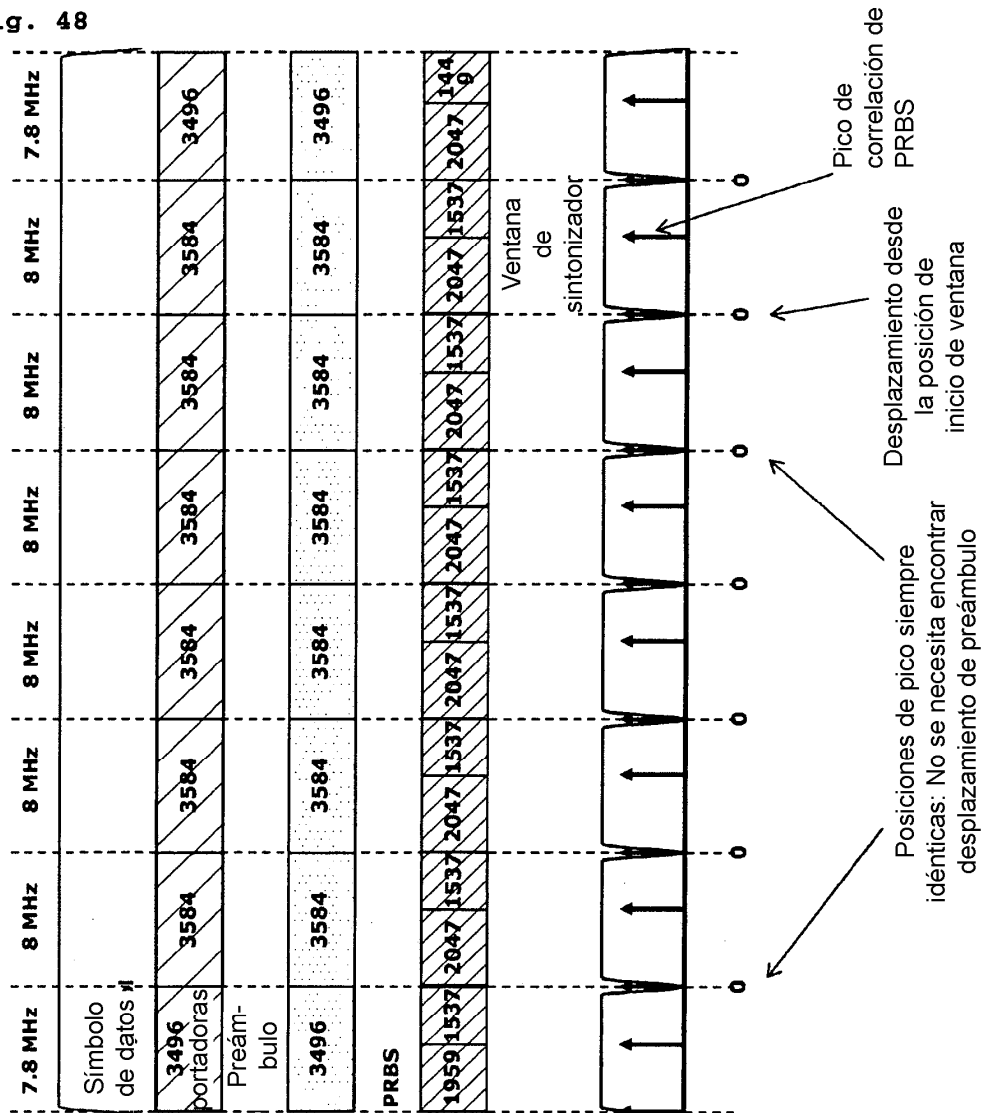


Fig. 49

Retardo (μ s)	0.2	0.4	0.8	1.2	2.5	15
At. (dB)	-11	-14	-17	-23	-32	-40

Trayectoria de
retardo
despreciable

Fig. 50

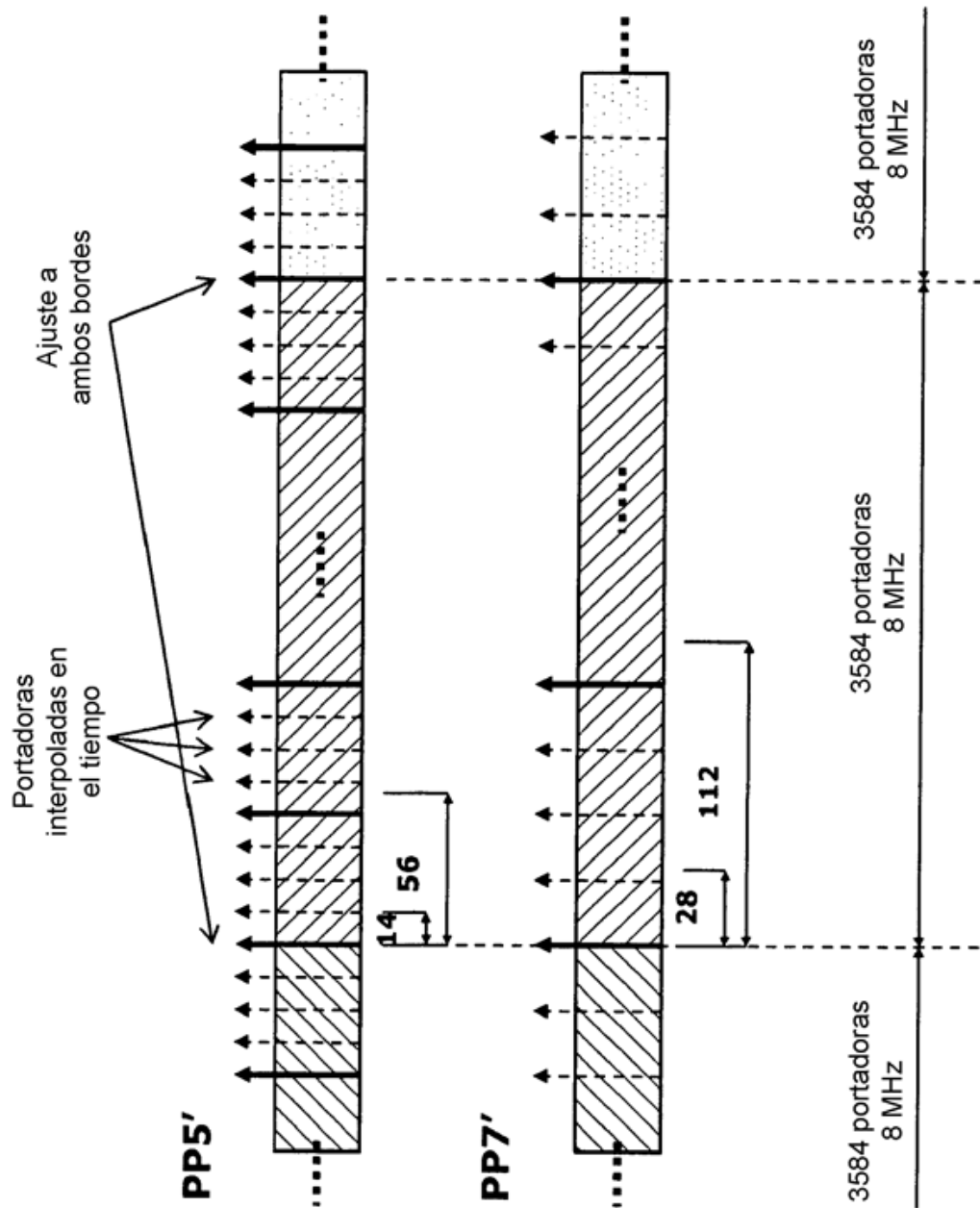


Fig. 51

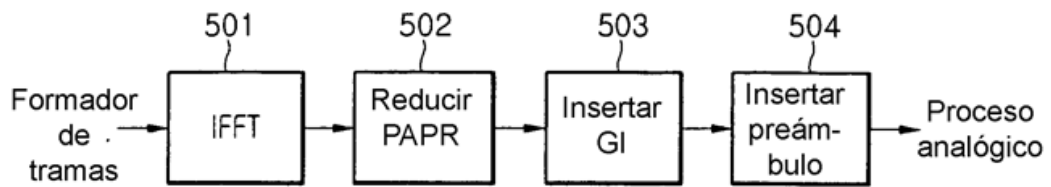


Fig. 52

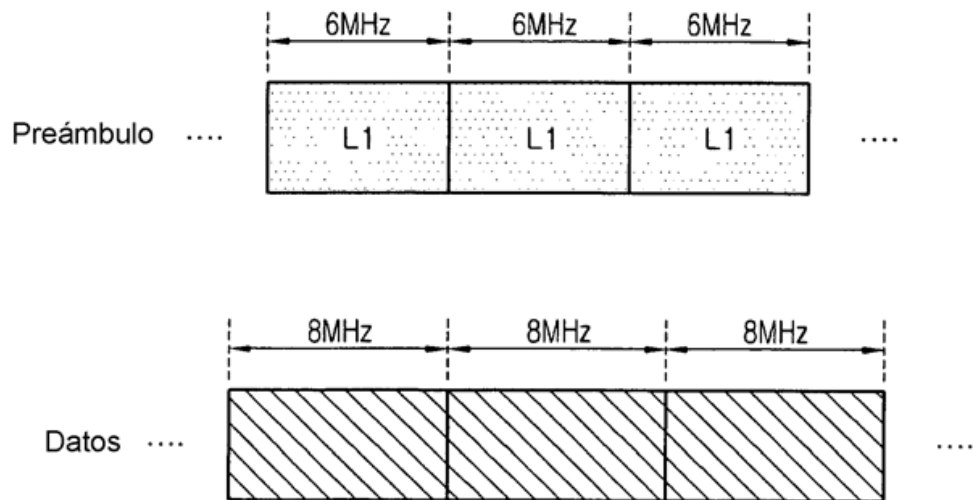


Fig. 53

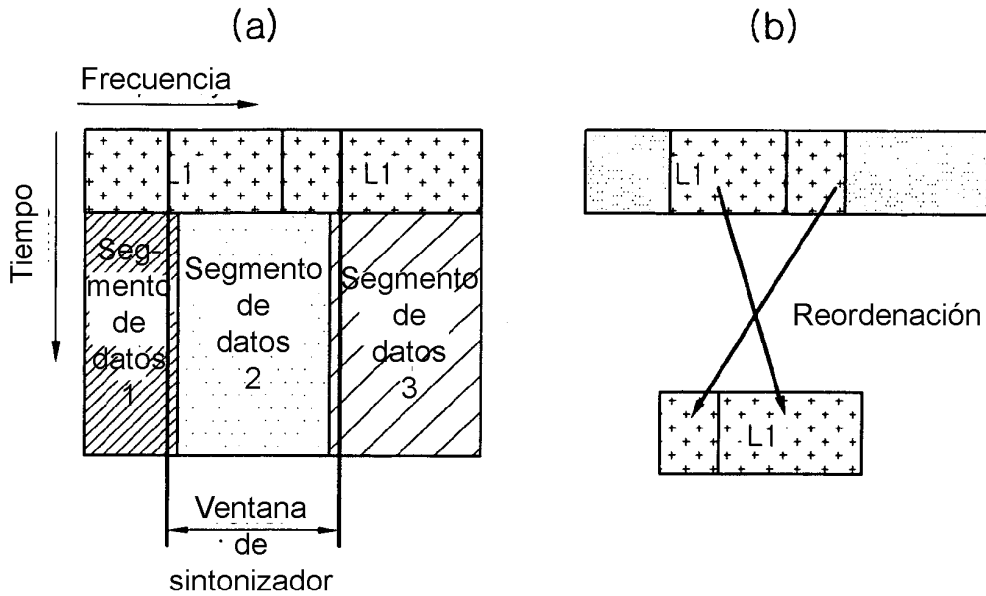


Fig. 54

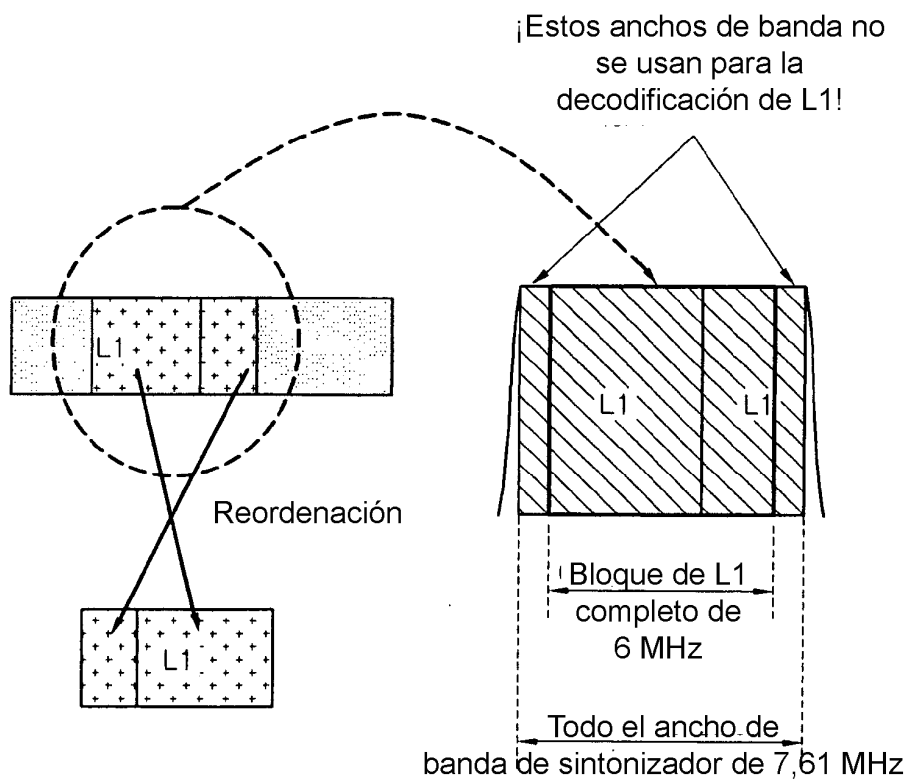


Fig. 55

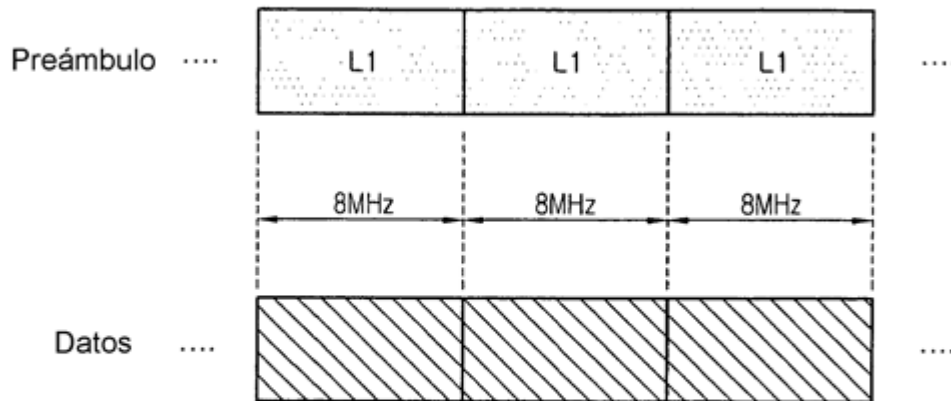
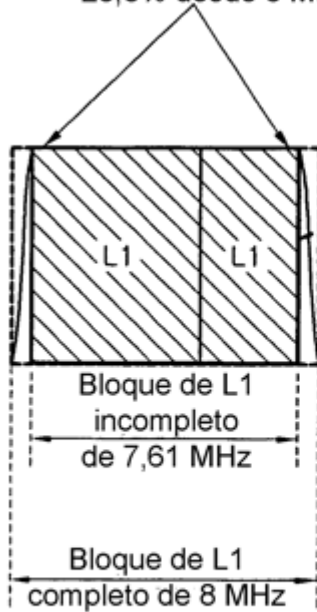
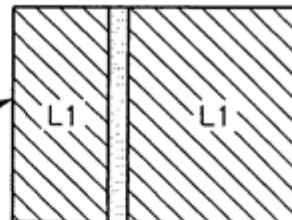


Fig. 56

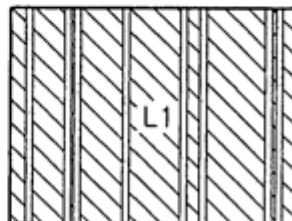
Se usa el espectro completo
para la decodificación de L1
(BW aumentado un
26,8% desde 6 MHz)



Bloque de L1 reordenado
y rellenado con zeros



Tras
desentrelazado



Bloque de L1 perforado (perforación del 4,9%)

Fig. 57

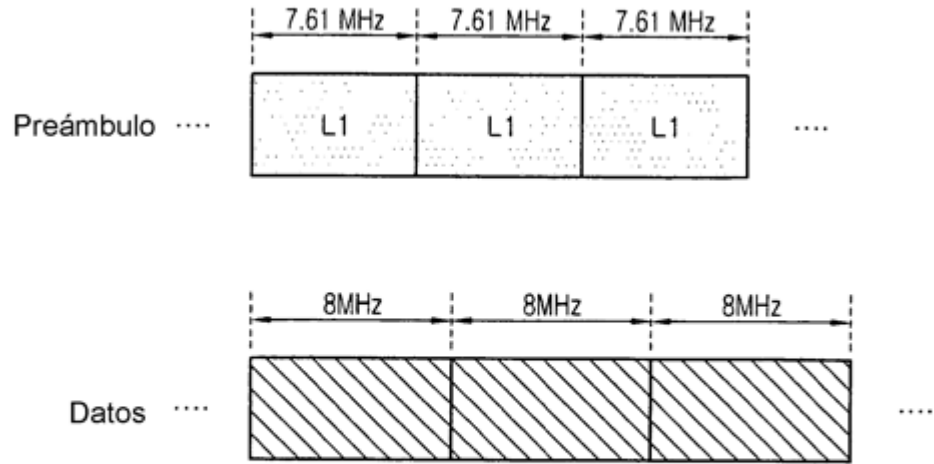


Fig. 58

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

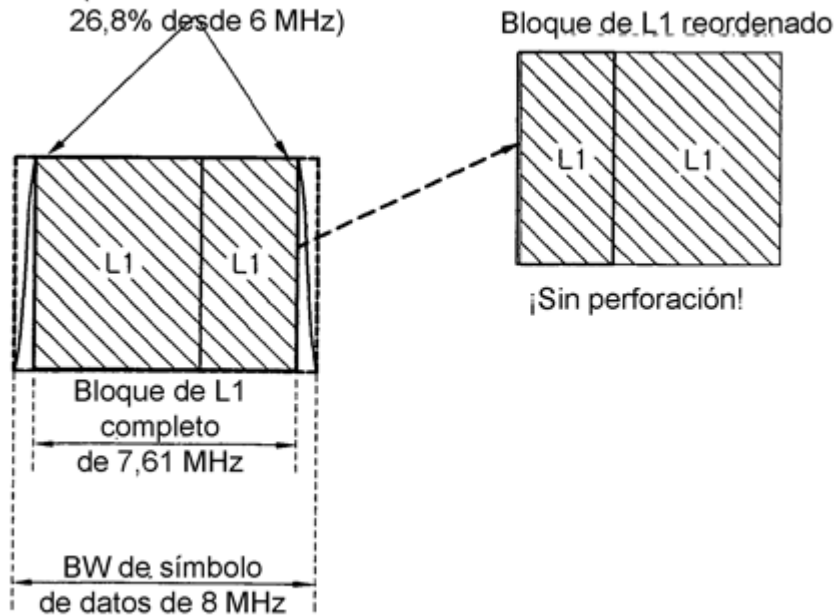


Fig. 59

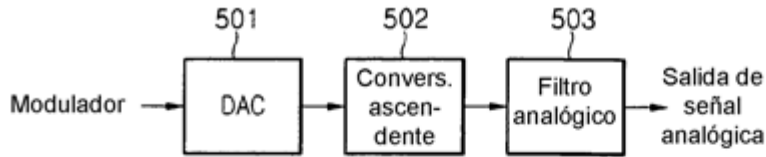


Fig. 60



Fig. 61

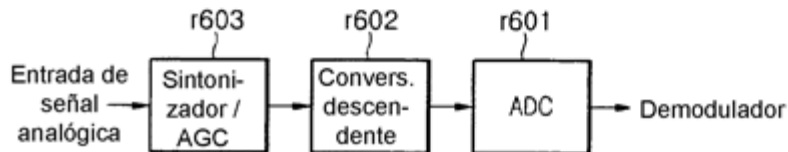


Fig. 62

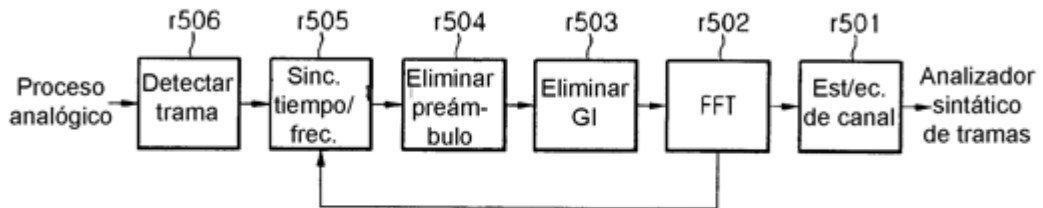


Fig. 63

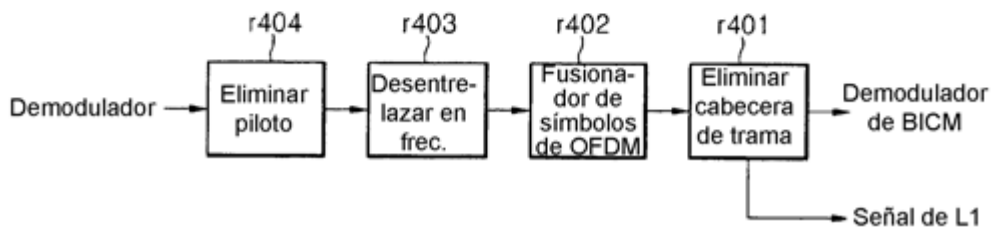


Fig. 64

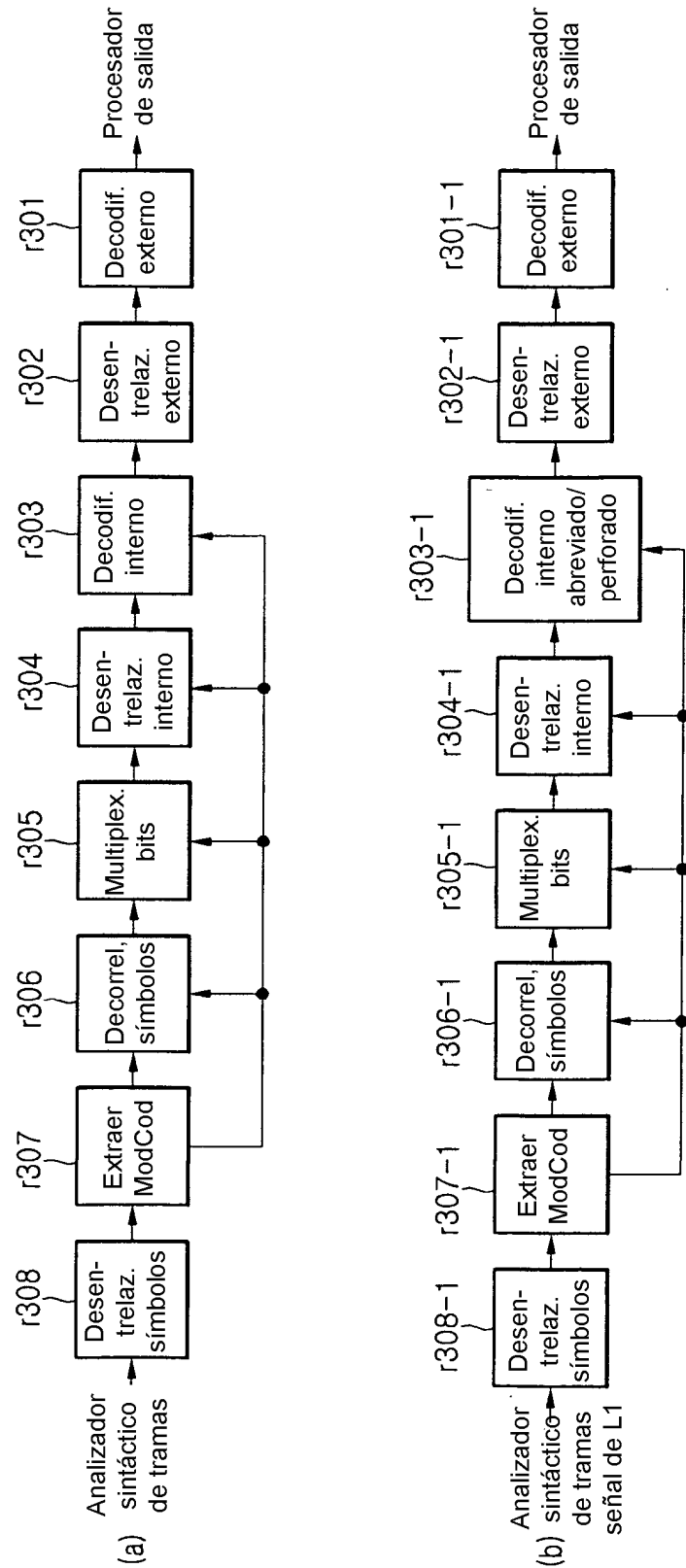


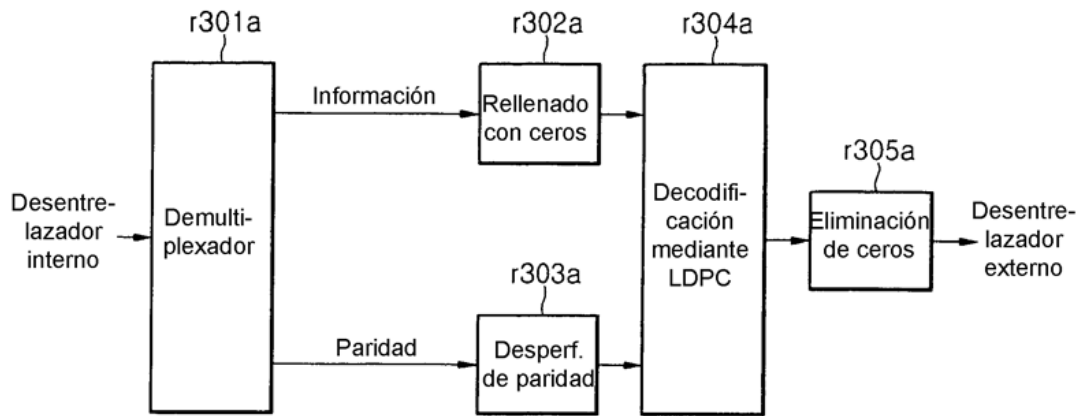
Fig. 65

Fig. 66

