

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 321**

51 Int. Cl.:

H04L 1/18 (2006.01)

H04L 27/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06021982 .1**

96 Fecha de presentación: **21.02.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1760928**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.03.2007**

54

Título: **MÉTODO DE RETRANSMISIÓN ARQ HÍBRIDO CON REDISPOSICIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE LA CONSTELACIÓN DE SEÑALES.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.02.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.02.2012

73

Titular/es:
PANASONIC CORPORATION
1006, OAZA KADOMA, KADOMA-SHI
OSAKA 571-8501, JP

72

Inventor/es:
Golitschek Edler von Elbwart, Alexander;
Wengert, Christian;
Schmitt, Michael Philipp y
Seidel, Eiko

74

Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 373 321 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de retransmisión ARQ híbrido con redistribución de la configuración de la constelación de señales

La presente invención se refiere a un método de retransmisión ARQ híbrido en un sistema de comunicación.

5 Una técnica común en los sistemas de comunicación con condiciones de canal no fiables y que varían en el tiempo es corregir los errores basados en los esquemas de solicitud automática de repetición (ARQ) junto con una técnica de corrección de errores directos (FEC) denominada ARQ híbrida (HARQ). Si se detecta un error por un control de redundancia cíclico utilizado comúnmente (CRC), el receptor del sistema de comunicación solicita al transmisor enviar de nuevo los paquetes de datos recibidos de forma errónea.

10 S. Kallel, *Analysis of a type II hybrid ARQ scheme with code combining*, IEEE Transactions on Communications, Vol. 38, Nº 8, Agosto de 1990, y S. Kallel, R. Link, S. Bakhtiyari, *Throughput performance of Memory ARQ schemes*, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 48, Nº 3, Mayo de 1999, definen tres tipos diferentes de esquemas ARQ:

- Tipo I: Los paquetes erróneos recibidos son descartados y se retransmite una nueva copia del mismo paquete y se decodifica de forma separada. No existe combinación de las versiones recibidas antes y después de este paquete.
- 15 • Tipo II: Los paquetes erróneos recibidos no son descartados, sino que son combinados con algunos bits de redundancia incrementada previstos por el transmisor para la posterior decodificación. Los paquetes retransmitidos tienen con frecuencia mayores velocidades de codificación y están combinados en el receptor con los valores almacenados. Esto significa que solamente se añade poca redundancia en cada retransmisión.
- 20 • Tipo III: Es el mismo que el Tipo II con la limitación de que cada paquete retransmitido es ahora auto-decodificable. Esto implica que el paquete transmitido es decodificable sin la combinación con paquetes previos. Esto es útil si algunos paquetes son dañados de tal manera que no se puede reutilizar casi ninguna información.

25 Los esquemas de los tipos II y III son obviamente más inteligentes y muestran una ganancia de actuación con respecto al Tipo I, puesto que proporcionan capacidad para reutilizar la información a partir de paquetes erróneos recibidos previamente. Existen básicamente tres esquemas de reutilización de la redundancia de los paquetes transmitidos previamente:

- Combinación-Flexible
- Combinación-de Códigos
- 30 • Combinación de Combinación Flexible y de Códigos

Combinación-Flexible

35 Empleando la combinación flexible, los paquetes de retransmisión llevan símbolos idénticos comparados con los símbolos recibidos previamente. En este caso, los paquetes múltiples recibidos son combinados o bien símbolo por símbolo o por una base de bit por bit como, por ejemplo, se describe en D. Chase, *Code combining: A maximum-likelihood decoding approach for combining an arbitrary number of noisy packets*, IEEE Trans. Commun., Vol. COM-33, pp. 385-393, Mayo de 1985 o B.A. Harvey and S. Wicker, *Packet Combining Systems based and the Viterbi Decoder*, IEEE Transactions on Communications, Vol. 42, Nº 2/3/4 de Abril de 1994. Combinando estos valores de decisión flexible a partir de todos los paquetes recibidos, las fiabilidades binarias transmitidas se incrementarán linealmente con el número y potencia de los paquetes recibidos. Desde el punto de vista del decodificador, el mismo esquema FEC (con frecuencia de código constante) será empleado sobre todas las transmisiones. Por tanto, el decodificador no necesita conocer cuántas retransmisiones se han realizado, puesto que se observan solamente los valores de decisión flexible combinados. En este esquema, todos los paquetes transmitidos tendrán que llevar el mismo número de símbolos.

Combinación-de Códigos

La combinación de códigos concatena los paquetes recibidos con el fin de generar una nueva palabra de código (disminuyendo la frecuencia de códigos con aumento del número de transmisiones). Por tanto, el decodificador es consciente del esquema FEC a aplicar en cada instante de la retransmisión. La combinación de códigos ofrece una mayor flexibilidad con respecto a la combinación flexible, puesto que la longitud de los paquetes retransmitidos puede alterarse para adaptarse a las condiciones del canal. No obstante, esto requiere más datos de señalización que deben ser transmitidos con respecto a la combinación flexible.

Combinación de Combinación Flexible y de Códigos

55 En el caso de los paquetes retransmitidos que llevan ciertos símbolos idénticos a los símbolos transmitidos

previamente, y muchos códigos-símbolos diferentes de éstos, los códigos-símbolos iguales son combinados utilizando combinación flexible como se describe en la sección titulada "Soft Combining", mientras que los códigos-símbolos restantes estarán combinados utilizando la combinación de códigos. Aquí, los requerimientos de señalización serán similares a la combinación de códigos.

5 Como se ha mostrado en M.P. Schmitt, Hybrid ARQ Scheme employing TCM and Packet Combining, Electronics Letters Vol. 34, N° 18, de Septiembre de 1998 que la actuación de HARQ por Modulación de Código Trellis (TCM) puede mejorarse disponiendo de nuevo la constelación de símbolos para las retransmisiones. Allí, la ganancia de actuación resulta de llevar al máximo las distancias Euclídeas entre los símbolos dispuestos sobre las retransmisiones, puesto que se ha realizado la redistribución sobre una base de símbolos.

10 Considerando los esquemas de modulación de orden alto (con símbolos de modulación que llevan más de dos bits), los métodos de combinación que emplean combinación flexible tienen un inconveniente principal. Las fiabilidades binarias dentro de los símbolos combinados flexibles estarán en una relación constante sobre todas las retransmisiones, es decir, los bits que han sido menos fiables procedentes de las transmisiones recibidas previas serán todavía menos fiables después de haber recibido las transmisiones adicionales y, de forma análoga, los bits
15 que han sido más fiables procedentes de las transmisiones recibidas previas, serán todavía más fiables después de haber recibido las transmisiones adicionales.

Las fiabilidades binarias variadas se desarrollan a partir de la limitación de la asociación de constelación de señales bidimensionales, donde los esquemas de modulación que llevan más de 2 bits por símbolo no pueden tener las mismas fiabilidades medias para todos los bits bajo el supuesto de que todos los símbolos son probablemente
20 transmitidos iguales. El término fiabilidades medias es entendido, en consecuencia, como la fiabilidad binaria particular sobre todos los símbolos de una constelación de señales.

Empleando una constelación de señales para un esquema de modulación de 16 QAM, de acuerdo con la Figura 1, que muestra una constelación de señal codificada Gray con un orden de asociación binaria dado $i_1q_1i_2q_2$, los bits dispuestos sobre los símbolos se diferencian entre sí en la fiabilidad media en la primera transmisión del paquete.
25 Más detalladamente, los bits i_1 y q_1 tienen una fiabilidad media, puesto que estos bits son dispuestos a semiespacios del diagrama de constelación de señales con las consecuencias de que la fiabilidad es independiente del hecho de si el bit transmite un *uno* o un *cero*.

Al contrario de esto, los bits i_2 y q_2 , tienen una baja fiabilidad media, puesto que su fiabilidad depende del hecho de si se transmite un *uno* o un *cero*. Por ejemplo, para el bit i_2 , los unos son dispuestos en las columnas exteriores, mientras que los ceros son dispuestos en las columnas interiores. De manera similar, para el bit q_2 , los *unos* son
30 dispuestos en las hileras exteriores, mientras que los *ceros* son dispuestos en las hileras interiores.

Para la segunda y cada una de las retransmisiones adicionales, las fiabilidades binarias permanecerán en una relación constante unas con respecto a otras, lo que se define por la constelación de señales empleada en la primera transmisión, es decir, bits i_1 y q_1 , tendrán siempre una fiabilidad media más alta que los bits i_2 y q_2 después
35 de algún número de retransmisiones.

El documento EP-A-9388207 describe un sistema de comunicación de transmisión por redundancia incremental, en el que bloques de datos para una división de tiempo son transmitidos después de la modulación de un cierto tipo. En la siguiente división de tiempo, sobre la base de la realimentación de la calidad del canal, se puede utilizar otro
40 formato de modulación, tal como una modulación de nivel 4 (PSK), de nivel 8 y de nivel 16 (PSK o QAM). Además, el formato de codificación y/o de modulación utilizado se indica utilizando un campo de adaptación. Un indicador de la calidad del canal se utiliza para designar el formato de modulación aconsejable o admisible máximo para asignaciones posteriores.

El documento US 6.138.260 A describe un sistema híbrido ARQ dentro de un entorno de comunicaciones sin hilos de acceso múltiple para recombinar señales de retransmisión ARQ con información obtenida a partir de
45 transmisiones correspondientes previamente falladas de la misma señal, que habían sido emitidas - recibidas dentro de la interfaz de aire. Además, se implementa la corrección de errores hacia delante (FEC) dentro de un entorno ARQ

El objeto subyacente de la presente invención es proporcionar un método de retransmisión ARQ híbrido con una actuación de corrección de error mejorada. La invención se define en las reivindicaciones independientes. Las formas de realización particulares se establecen en las reivindicaciones dependientes.
50

El método y el sistema objetos de la invención están basados en el reconocimiento de que con el fin de mejorar la actuación del decodificador, sería bastante beneficioso tener fiabilidades medias binarias iguales o casi iguales, después de cada transmisión recibida de un paquete. Por tanto, la idea en la que se basa la invención es confeccionar a medida las fiabilidades medias sobre las retransmisiones de un modo que se promedien las
55 probabilidades binarias medias. Esto se consigue eligiendo una primera y al menos una segunda constelación de señales predeterminada para las transmisiones, de forma que son casi iguales las fiabilidades binarias medias

combinadas para los bits respectivos de todas las transmisiones.

Por tanto, la redistribución de la constelación de señales da lugar a una asociación binaria, donde las distancias Euclídeas entre los símbolos de modulación pueden alterarse de retransmisión a retransmisión debido al movimiento de los puntos de constelación. Como resultado, las fiabilidades binarias medias pueden ser manipuladas de una manera deseada y promediadas para incrementar la actuación del decodificador FEC en el receptor.

Para un entendimiento más profundo de la presente invención, se describirán las formas de realización preferidas a continuación con referencia a los dibujos que se acompañan.

La figura 1 es una constelación de señales ejemplar para ilustrar un esquema de modulación 16 QAM con símbolos de bit codificados.

La figura 2 muestra cuatro ejemplos para las constelaciones de señales para un esquema de modulación 16 QAM con símbolos de bit codificados Gray.

La figura 3 muestra una constelación de señales ejemplar para símbolos de bit codificados 64-QAM Gray.

La figura 4 muestra seis constelaciones de señales ejemplares para símbolos de bit codificados 64-QAM Gray.

La figura 5 es una forma de realización ejemplar de un sistema de comunicación en el que se ilustra el método en subyacente de la invención, y

La figura 6 explica los detalles de la unidad de asociación mostrada en la figura 5.

Para un mejor entendimiento de las formas de realización, a continuación, se describirá el concepto de una relación de Probabilidad-Logarítmica (LLR) como una métrica para las fiabilidades binarias. En primer lugar, se mostrará un cálculo directo de las LLR binarias dentro de los símbolos dispuestos para una sola transmisión. Después, se extenderá el cálculo LLR al caso de transmisión múltiple.

Transmisión Individual

La LLR media del bit b_n^i bajo la restricción de que se ha transmitido el símbolo s_n durante una transmisión sobre un canal con el ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN) y los símbolos probablemente iguales producen

$$LLR_{b_n^i|r_n}(r_n) = \log \left[\sum_{(m|b_m^i=b_n^i)} e^{-\frac{E_s}{N_0} d_{n,m}^2} \right] - \log \left[\sum_{(m|b_m^i \neq b_n^i)} e^{-\frac{E_s}{N_0} d_{n,m}^2} \right], \quad (1)$$

donde $r_n = s_n$ designa el símbolo medio recibido bajo la limitación de que el símbolo s_n ha sido transmitido (caso AWGN), $d_{n,m}^2$ designa el cuadrado de la distancia Euclídea entre el símbolo recibido r_n y el símbolo s_m , y E_s/N_0 designa la relación de señal respecto a ruido observada.

Puede verse a partir de la Ecuación (1) que LLR depende de la relación de señal respecto a ruido E_s/N_0 y de las distancias Euclídeas $d_{n,m}$ entre los puntos de constelación de señales.

Transmisiones Múltiples

Considerando las transmisiones múltiples, la LLR media después de la transmisión k del bit b_n^i bajo la limitación de que los símbolos $s_n^{(j)}$ han sido transmitidos sobre los canales AWGN independientes y los símbolos probablemente iguales producen

$$LLR_{b_n^i|\bigcap_{j=1}^k s_n^{(j)}}(r_n^{(1)}, r_n^{(2)}, \dots, r_n^{(k)}) = \log \left[\sum_{(m|b_m^i=b_n^i)} e^{-\sum_{j=1}^k \left(\frac{E_s}{N_0}\right)^{(j)} (d_{n,m}^{(j)})^2} \right] - \log \left[\sum_{(m|b_m^i \neq b_n^i)} e^{-\sum_{j=1}^k \left(\frac{E_s}{N_0}\right)^{(j)} (d_{n,m}^{(j)})^2} \right], \quad (2)$$

donde j designa la j transmisión ((j-1) retransmisión). Análogo al caso de transmisión individual, las LLR dependen de las relaciones de señal respecto a ruido y de las distancias Euclídeas en cada tiempo de transmisión.

Si no se realiza redistribución de constelación, las distancias Euclídeas $d_{n,m}^{(j)} = d_{n,m}^{(1)}$ son constantes para todas las transmisiones y, por tanto, las fiabilidades binarias (LLR) después de k transmisiones se definirán por la relación de

5 señal respecto a ruido observada en cada tiempo de transmisión y los puntos de constelación de señales desde la primera transmisión. Para esquemas de modulación de nivel más alto (más de 2 bits por símbolo) esto da lugar a variación de las LLR medias para los bits, que, a su vez, conduce a diferentes fiabilidades binarias medias. Las diferencias en las fiabilidades medias permanecen sobre todas las retransmisiones y conducen a una degradación en la actuación del decodificador.

Estrategia 16-QA

A continuación, el caso de un sistema 16-QAM será considerado de manera ejemplar dando lugar a 2 bits de alta fiabilidad y 2 bits de baja fiabilidad, donde para los bits de baja fiabilidad, la fiabilidad depende de la transmisión de un uno o un cero (ver Figura 1). Por tanto, en general, existen tres niveles de fiabilidades.

10 **Nivel 1** (2 bits Alta Fiabilidad): asociación de bits para unos (ceros) separados en la mitad del espacio real (negativo) para los bits-i y la mitad del espacio imaginario para los bits-q. Aquí, no existe diferencia si los unos son dispuestos en la mitad del espacio positivo o en la mitad del espacio negativo.

15 **Nivel 2** (2 bits Baja Fiabilidad): Unos (ceros) son dispuestos en las columnas interiores (exteriores) para los bits-i o en las hileras interiores (exteriores) para los bits-q. Puesto que existe diferencia para la LLR con dependiendo de la asociación en las columnas e hileras interiores (exteriores), el Nivel 2 es clasificado adicionalmente:

Nivel 2a: Asociación de i_n en columnas interiores y q_n en columnas interiores, respectivamente.

Nivel 2b: Asociación invertida del Nivel 2a: Asociación de i_n a las columnas exteriores y q_n a las hileras exteriores, respectivamente.

20 Para asegurar un proceso de promedio óptimo sobre las transmisiones para todos los bits, los niveles de fiabilidades deben ser alterados cambiando las constelaciones de señales de acuerdo con los algoritmos dados en la siguiente sección.

Se ha considerado que el orden de asociación de bit está abierto antes de la transmisión inicial, pero debe permanecer a través de las retransmisiones, por ejemplo, asociación de bit para transmisión inicial: $i_1q_1i_2q_2 \Rightarrow$ asociación de bit de todas las retransmisiones: $i_1q_1i_2q_2$.

25 Para la ejecución del sistema real, existe un número de posibles constelaciones de señales para alcanzar el proceso de promedio sobre las retransmisiones. Algunos ejemplos para las posibles constelaciones se muestran en la Figura 2. Las fiabilidades binarias resultantes de acuerdo con la Figura 2 se dan en la Tabla 1.

Constelación	bit i_1	bit q_1	bit i_2	bit q_2
1	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Baja Fiabilidad (Nivel 2b)	Baja Fiabilidad (Nivel 2b)
2	Baja Fiabilidad (Nivel 2a)	Baja Fiabilidad (Nivel 2a)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)
3	Baja Fiabilidad (Nivel 2b)	Baja Fiabilidad (Nivel 2b)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)
4	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Baja Fiabilidad (Nivel 2a)	Baja Fiabilidad (Nivel 2a)

30 Tabla 1: Fiabilidades binarias para 16-QAM de acuerdo con las constelaciones de señales mostradas en la Figura 2.

Además, la Tabla 2 proporciona algunos ejemplos de cómo combinar las constelaciones binarias para las transmisiones 1 a 4 (utilizando las 4 asociaciones diferentes).

Tabla 2: Ejemplos de estrategias de redistribución de la constelación para 16-QAM (utilizando cuatro asociaciones binarias diferentes de acuerdo con la figura 2 y fiabilidades binarias de acuerdo con la Tabla 1.

Nº de Transmisión	Esquema 1 (con Constelaciones)	Esquema 2 (con Constelaciones)	Esquema 3 (con Constelaciones)	Esquema 4 (con Constelaciones)
1	1	1	1	1
2	2	2	3	3
3	3	4	2	4
4	4	3	4	2

5 Los dos algoritmos que se dan describen los esquemas utilizando 2 o 4 asociaciones, en general. El método que utiliza 2 asociaciones da lugar a una menor complejidad del sistema, no obstante, tiene cierta degradación de actuación con respecto al método que utiliza las 4 asociaciones. La asociación para los bits i y q puede realizarse independientemente y, por tanto, a continuación se describe la asociación para los bits i solamente. Los algoritmos para los bits q trabajan de forma análoga.

10 **Algoritmos 16-QAM**

A. Utilizando 2 Asociaciones

1ª Etapa (1ª Transmisión)

Seleccionar Nivel 1 para $i_1 \Rightarrow$ Nivel 2 para i_2 - libre elección si 2a o 2b

\Rightarrow **1ª Asociación definida**

15 2ª Etapa. (2ª Transmisión)

Seleccionar Nivel 1 para $i_2 \Rightarrow$ Nivel 2 para i_1 - libre elección si 2a o 2b

\Rightarrow **2ª Asociación definida**

3ª Etapa

Opciones:

- 20 (a) Ir a Etapa 1 y continuar alternando entre 1ª y 2ª asociación
- (b) Utilizar 2ª Asociación y continuar utilizando 2 veces 1ª Asociación y 2 veces 2ª Asociación y así sucesivamente...

B. Utilizando 4 Asociaciones

25 1ª Etapa (1ª Transmisión)

Seleccionar Nivel 1 para $i_1 \Rightarrow$ Nivel 2 para i_2 - elección libre si 2a o 2b

\Rightarrow **1ª Asociación definida**

2ª Etapa (2ª Transmisión)

Seleccionar Nivel 1 para $i_2 \Rightarrow$ Nivel 2 para i_1 - elección libre si 2a o 2b

30 \Rightarrow **2ª Asociación definida**

3ª Etapa (3ª Transmisión)

Opciones:

- (a) Seleccionar Nivel 1 para $i_1 \Rightarrow$ Nivel 2 para i_2 con las siguientes opciones

(a1) si se utilizó 2a en 1ª Transmisión, entonces utilizar 2b

(a2) si se utilizó 2b en 1ª Transmisión, entonces utilizar 2a

(b) Seleccionar Nivel 1 para $i_2 \Rightarrow$ Nivel 2 para i_1 con las siguientes opciones

5 (b1) si se utilizó 2a en 2ª Transmisión, entonces utilizar 2b

(b2) si se utilizó 2b en 2ª Transmisión, entonces utilizar 2a

\Rightarrow **3ª Asociación definida**

4ª Etapa (4ª Transmisión)

si opción (a) en 3ª Etapa

10 Seleccionar el Nivel 1 para $i_2 \Rightarrow$ Nivel 2 para i_1 con las siguientes opciones

(a1) si se utilizó 2a en 2ª Transmisión, entonces utilizar 2b

(a2) si se utilizó 2b en 2ª Transmisión, entonces utilizar 2ª, si opción (b) en la 3ª etapa.

Seleccionar el Nivel 1 para $i_1 \Rightarrow$ Nivel 2 para i_2 con las siguientes opciones

(a1) si se utilizó 2a en la 1ª Transmisión, entonces utilizar 2b

15 (a2) si se utilizó 2b en la 1ª Transmisión, entonces utilizar 2a

\Rightarrow **4ª Asociación Definida**

5ª Etapa. (5ª, 9ª, 13ª, ... transmisión)

Seleccionar entre una de las 4 asociaciones definidas.

6ª Etapa. (6ª, 10ª, 14ª, ... transmisión)

20 Seleccionar entre una de las 4 asociaciones definidas excepto

(a) la asociación utilizada en la 5ª etapa. (transmisión previa)

(b) la asociación que ofrece fiabilidad Nivel 1 al mismo bit que en la transmisión previa

7ª Etapa (7ª, 11ª, 15ª, ... transmisión)

25 Seleccionar entre una de las 2 asociaciones restantes no utilizadas en las 2 últimas transmisiones.

8ª Etapa (8ª, 12ª, 16ª, ... transmisión)

Seleccionar la asociación no utilizada en las 3 últimas transmisiones.

9ª Etapa.

Ir a 5ª Etapa.

30 **Estrategia 64-QAM**

En el caso de un sistema 64-QAM, existirán 2 bits de alta fiabilidad, 2 bits de fiabilidad media, y 2 bits de baja fiabilidad, donde para los bits de baja y media fiabilidad, la fiabilidad depende de la transmisión de un *uno* o un *cero* (ver figura 3). Por tanto, en total, existen 5 niveles de fiabilidades.

35 **Nivel 1** (2 bits, Alta Fiabilidad): La asociación binaria para unos (*ceros*) separados en la mitad del espacio real positivo (*negativo*) para los *i*-bits y la mitad del espacio imaginario para los bits-*q*. Aquí, no existe diferencia si los *unos* están dispuestos en la mitad del espacio positivo o negativo.

Nivel 2 (2 bits, Fiabilidad Media): Los *unos* (*ceros*) son dispuestos en columnas 4 interiores y 2x2 exteriores para los bits-*i* y en 4 hileras interiores y 2x2 exteriores para los bits-*q*. Puesto que existe una diferencia para la *LLR*, dependiendo de la columna/hilera interior o exterior, se clasifica adicionalmente el Nivel 2.

Nivel 2a: Asociación de i_n en 4 columnas interiores y q_n en 4 hileras interiores, respectivamente.

Nivel 2b: Asociación invertida de 2a: i_n en columnas exteriores y q_n en hileras exteriores, respectivamente.

Nivel 3 (2 bits, Baja Fiabilidad): Los *unos* (*ceros*) están dispuestos en las columnas 1-4-5-8/2-3-6-7 para los bits- i o a las hileras 1-4-5-8/2-3-6-7 para los bits- q . Puesto que existe una diferencia para la LLR dependiendo de la asociación en columnas/hileras 1-4-5-8 ó 2-3-6-7, el Nivel 3 es clasificado adicionalmente:

Nivel 3a: Asociación de i_n en columnas 2-3-6-7 y q_n a hileras 2-3-6-7, respectivamente.

Nivel 3b: Asociación invertida de 2a: i_n en columnas 1-4-5-8 y q_n en hileras 1-4-5-8, respectivamente.

Para asegurar un proceso de promedio óptimo sobre las transmisiones para todos los bits, los niveles de fiabilidades deben ser alterados cambiando las constelaciones de las señales de acuerdo con los algoritmos dados en la siguiente sección.

Se ha considerado que el orden de asociación de bit está abierto antes de la transmisión inicial, pero debe permanecer a través de las retransmisiones, por ejemplo, asociación de bit para la transmisión inicial: $i_1q_1i_2q_2i_3q_3 \Rightarrow$ asociación de bit de todas las retransmisiones: $i_1q_1i_2q_2i_3q_3$.

De forma análoga al 16-QAM para la ejecución del sistema real existe un número de posibles constelaciones de señales para alcanzar el proceso de promedio sobre las retransmisiones. Se muestran en la Figura 4 algunos ejemplos para las posibles constelaciones. Las fiabilidades binarias resultantes de acuerdo con la Figura 4 se dan en la Tabla 3.

Constelación	bit i_1	bit q_1	bit i_2	bit q_2	bit i_3	bit q_3
1	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Fiabilidad Media (Nivel 2b)	Fiabilidad Media (Nivel 2b)	Baja Fiabilidad (Nivel 3b)	Baja Fiabilidad (Nivel 3b)
2	Baja Fiabilidad (Nivel 3b)	Baja Fiabilidad (Nivel 3b)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Fiabilidad Media (Nivel 2b)	Fiabilidad Media (Nivel 2b)
3	Fiabilidad Media (Nivel 2b)	Fiabilidad Media (Nivel 2b)	Baja Fiabilidad (Nivel 3b)	Baja Fiabilidad (Nivel 3b)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)
4	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Fiabilidad Media (Nivel 2a)	Fiabilidad Media (Nivel 2a)	Baja Fiabilidad (Nivel 3a)	Baja Fiabilidad (Nivel 3a)
5	Baja Fiabilidad (Nivel 3a)	Baja Fiabilidad (Nivel 3a)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Fiabilidad Media (Nivel 2a)	Fiabilidad Media (Nivel 2a)
6	Fiabilidad Media (Nivel 2a)	Fiabilidad Media (Nivel 2a)	Baja Fiabilidad (Nivel 3a)	Baja Fiabilidad (Nivel 3a)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)	Alta Fiabilidad (Nivel 1)

Tabla 3: Fiabilidades binarias para 64-QAM de acuerdo con las constelaciones de señales mostradas en la Figura 4.

Además, la Tabla 4 proporciona algunos ejemplos de cómo combinar las constelaciones para las transmisiones 1 a 6 (utilizando las 6 asociaciones diferentes).

5 Tabla 4. Ejemplos para estrategias de Redisposición de Constelaciones para 64-QAM (utilizando 6 asociaciones) con constelaciones de señales de acuerdo con la Figura 4 y fiabilidades binarias de acuerdo con la Tabla 3.

Nº Transmisión	Esquema 1 (con Constelaciones)	Esquema 2 (con Constelaciones)	Esquema 3 (con Constelaciones)	Esquema 4 (con Constelaciones)
1	1	1	1	1
2	2	3	5	3
3	3	2	6	2
4	4	4	4	6
5	5	5	2	5
6	6	6	3	4

10 Los dos algoritmos que se dan describen los esquemas utilizando 3 o 6 asociaciones, en general. El método que utiliza 3 asociaciones da lugar a una menor complejidad del sistema, no obstante, tiene cierta degradación de actuación con respecto al método que utiliza las 6 asociaciones. La asociación para los bits i y q puede realizarse independientemente y, por tanto, a continuación se describe la asociación para los bits i solamente. Los algoritmos para los bits q trabajan de forma análoga.

Algoritmos 64-QAM

A. Utilizando 3 Asociaciones

15 1ª Etapa (1ª Transmisión)

1ª Etapa (1ª Transmisión)

Seleccionar Nivel 1 para i_1

Seleccionar Nivel 2 para i_2 (elección libre si 2a o 2b) \Rightarrow Nivel 3 para i_3 - elección libre si 3a o 3b.

\Rightarrow **1ª Asociación definida**

20 2ª Etapa. (2ª Transmisión)

Opciones:

(a) Seleccionar Nivel 1 para i_2

Seleccionar Nivel 2 para i_3 (elección libre si 2a o 2b) \Rightarrow Nivel 3 si 3a o 3b

(b) Seleccionar Nivel 1 para i_3

25 Seleccionar Nivel 2 para i_1 (elección libre si 2a o 2b) \Rightarrow Nivel 3 para i_2 - elección libre si 3a o 3b

\Rightarrow **2ª Asociación definida**

3ª Etapa. (3ª Transmisión)

si (a), en 2ª Etapa

Seleccionar Nivel 1 para i_3

30 Seleccionar Nivel 2 para i_1 (elección libre si 2a o 2b) \Rightarrow Nivel 3 para i_2 - elección libre si 3a o 3b.

si (b) en 2ª Etapa

Seleccionar Nivel 1 para i_2

Seleccionar Nivel 2 para i_3 (elección libre si 2a o 2b) \Rightarrow Nivel 3 para i_1 - elección libre si 3a o 3b.

\Rightarrow **3ª Asociación definida**

5 4ª Etapa. (4ª, 7ª, 10ª,... transmisión)

Seleccionar entre una de las 3 asociaciones definidas.

5ª Etapa. (5ª, 8ª, 11ª,... transmisión)

Seleccionar entre una de las 3 asociaciones definidas, excepto la asociación utilizada en la transmisión previa.

6ª Etapa. (6ª, 9ª, 12ª,... transmisión)

10 Seleccionar entre una de las 3 asociaciones definidas, excepto la asociación utilizada en las últimas 2 transmisiones.

7ª Etapa.

Ir a 4ª Etapa.

B. Utilizar las 6 Asociaciones

1ª Etapa (1ª Transmisión)

15 Seleccionar Nivel 1 para i_1

Seleccionar Nivel 2 para i_2 (elección libre si 2a o 2b) \Rightarrow Nivel 3 para i_3 - elección libre si 3a o 3b

\Rightarrow **1ª Asociación definida**

2ª Etapa. (2ª Transmisión)

Opciones:

20 (a) Seleccionar Nivel 1 para i_2
 Seleccionar Nivel 2 para i_3 (elección libre si 2a o 2b) \Rightarrow Nivel 3 para i_1 - elección libre si 3a o 3b

(b) Seleccionar Nivel 1 para i_3
 Seleccionar Nivel 2 para i_1 (elección libre si 2a o 2b) \Rightarrow Nivel 3 para i_2 - elección libre si 3a o 3b

\Rightarrow **2ª Asociación definida**

25 3ª Etapa. (3ª Transmisión)

si (a) en 2ª Etapa.

Seleccionar Nivel 1 para i_3

Seleccionar Nivel 2 para i_1 (elección libre si 2a o 2b) \Rightarrow Nivel 3 para i_2 - elección libre si 3a o 3b

si (b) en 2ª Etapa.

30 Seleccionar Nivel 1 para i_2

Seleccionar Nivel 2 para i_3 (elección libre si 2a o 2b) \Rightarrow Nivel 3 para i_1 - elección nivel si 3a o 3b

\Rightarrow **3ª Asociación definida**

4ª Etapa. (4ª Transmisión)

Seleccionar Nivel 1 para un bit entre i_1 , i_2 ó i_3

35 Seleccionar Nivel 2 para un bit entre los dos bits restantes con las siguientes limitaciones

(a1) si en una de las transmisiones previas, 2a se utilizó para este bit, entonces utilizar 2b

(a2) si en una de las transmisiones previas, 2b se utilizó para este bit, entonces utilizar 2a
⇒ Nivel 3 para los bits restantes con las siguientes limitaciones

(b1) si en una de las transmisiones previas, 3a se utilizó para este bit, entonces utilizar 3b

(b2) si en una de las transmisiones previas, 2b se utilizó para este bit, entonces utilizar 3a

5 ⇒ **4ª Asociación definida**

5ª Etapa. (5ª Transmisión)

Seleccionar Nivel 1 entre uno de los dos bits que no tienen Nivel 1 en la 4ª Etapa

Seleccionar Nivel 2 entre uno de los dos bits que no tienen Nivel 2 en 4ª Etapa con las siguientes limitaciones

(a1) si en una de las transmisiones previas 2a fue utilizado para este bit, entonces utilizar 2b

10 (a2) si en una de las transmisiones previas 2b fue utilizado para este bit, entonces utilizar 2a

⇒ Nivel 3 para bit restante con las siguientes limitaciones

(b1) si en una de las transmisiones previas 3a se utilizó para este bit, entonces utilizar 3b

(b2) si en una de las transmisiones previas 3b se utilizó para este bit, entonces utilizar 3a

⇒ **5ª Asociación definida**

15 6ª Etapa. (6ª Transmisión)

Seleccionar Nivel 1 para bit que no tiene Nivel 1 en 4ª Etapa y en 5ª Etapa

Seleccionar nivel 2 para bit que no tiene Nivel 2 en 4ª Etapa y 5ª Etapa con las siguientes limitaciones

(a1) si en una de las transmisiones previas 2a se utilizó para este bit, entonces utilizar 2b

(a2) si en una de las transmisiones previas 2b se utilizó para este bit, entonces utilizar 2a

20 ⇒ Nivel 3 para bit restante con las siguientes limitaciones

(b1) si en una de las transmisiones previas 3a se utilizó para este bit, entonces utilizar 3b

(b2) si en una de las transmisiones previas 3b se utilizó para este bit, entonces utilizar 3a

⇒ **6ª Asociación definida**

7ª Etapa. (7ª, 13ª, 19ª,... transmisión)

25 Seleccionar entre una de las 6 asociaciones definidas

8ª Etapa. (8ª, 14ª, 20ª,... transmisión)

Seleccionar entre una de las 6 asociaciones definidas, excepto

(a) la asociación utilizada en 7ª Etapa. (transmisión previa)

(b) la asociación que ofrece fiabilidad Nivel 1 al mismo bit como en la transmisión previa.

30

9ª Etapa. (9ª, 15ª, 21ª,... transmisión)

Seleccionar entre una de las 6 asociaciones definidas, dando la fiabilidad del Nivel 1 al bit que no tiene el Nivel 1 en las 2 últimas transmisiones.

10ª Etapa. (10ª, 16ª, 22ª,...)

35 Seleccionar entre una de las 3 asociaciones restantes no utilizadas en las 3 transmisiones.

Etapa 11. (11ª, 17ª, 23ª,... transmisión)

Seleccionar entre una de las 2 asociaciones restantes no utilizadas en las últimas 4 transmisiones.

Etapa 12. (12ª, 18ª, 24ª,... transmisión)

Seleccionar una asociación restante no utilizada en las 5 transmisiones.

Etapa 13.

5 Ir a la 7ª Etapa.

La figura 5 muestra una forma de realización de un sistema de comunicación al que puede aplicarse la presente invención. Más específicamente, el sistema de comunicación comprende un transmisor 10 y un receptor 20 que se comunican a través de un canal 30 que puede estar o bien unido con cable o inalámbrico, es decir, una interfaz de aire. A partir de una fuente de datos 11, los paquetes de datos son suministrados a un codificador FEC 12, donde los bits de redundancia son añadidos a los errores correctos. Los n bits de entrada emitidos desde el decodificador FEC son suministrados posteriormente a una unidad de asociación 13 que actúa como un modulador para emitir los símbolos formados de acuerdo con el esquema de modulación aplicado memorizado como un patrón de constelación en una tabla 15. Después de la transmisión sobre el canal 30, el receptor 20 controla los paquetes de datos recibidos, por ejemplo, por medio de un control de redundancia cíclico (CRC) para la corrección.

10

15

Si los paquetes de datos recibidos son erróneos, los mismos son almacenados en una memoria temporal 22 para la posterior combinación flexible con los paquetes de datos retransmitidos.

20

Se lanza una retransmisión por una solicitud de repetición automática presentada por un detector de error (no mostrado) con el resultado de que se transmite un paquete de datos idéntico, a partir del transmisor 10. En la unidad de combinación 21, los paquetes de datos erróneos recibidos previamente son combinados de forma flexible con los paquetes de datos retransmitidos. La unidad de combinación 21 actúa también como un demodulador y el mismo patrón de constelación de señales memorizado en la tabla 15 se utiliza para demodular el símbolo que se utilizó durante la modulación de este símbolo.

25

Como se ilustra en la figura 6, la tabla 15 memoriza una pluralidad de patrones de constelación de señales que son seleccionadas para las (re)transmisiones individuales de acuerdo con un esquema predeterminado. El esquema, es decir, la secuencia de los patrones de constelación utilizados para la modulación/demodulación es o bien pre-memorizada en el transmisor y el receptor o es señalizada por el transmisor al receptor antes del uso.

30

Como se menciona anteriormente, el método subyacente de la invención dispone de nuevo los patrones de constelación de señales para las (re)-transmisiones individuales de acuerdo con un esquema predeterminado, tal que se promedian las fiabilidades binarias medias. Por tanto, la actuación del decodificador FEC 23 es mejorado de forma significativa, dando lugar a un porcentaje bajo de error binario (BER) emitido desde el decodificador.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato de transmisión (10) para la transmisión de datos, que comprende:
- una unidad de asociación (13) adaptada para modular datos utilizando una pluralidad de asociaciones para un esquema de modulación 16 QAM o 64 QAM;
- 5 un aparato de transmisión que está adaptado para transmitir datos modulados utilizando una pluralidad de asociaciones en una primera transmisión, y para retransmitir datos modulados utilizando otra de la pluralidad de asociaciones en una retransmisión; y
- 10 en el que cada una de las asociaciones es diferente de las otras porque al menos una de las posiciones binarias en una secuencia binaria en un símbolo comprende una pluralidad de bits y un valor lógico de un bit en la secuencia binaria en un símbolo.
- 2.- El aparato de transmisión de acuerdo con la reivindicación 1, que está adaptado, además, para seleccionar una de las asociaciones y para transmitir datos utilizando la asociación seleccionada.
- 3.- El aparato de transmisión de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, que comprende, además, una tabla (15) adaptada para almacenar la pluralidad de asociaciones, en la que dicho aparato de transmisión está adaptado para transmitir datos utilizando una de las asociaciones de la tabla.
- 15 4.- El aparato de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una de las asociaciones es producida redistribuyendo la secuencia binaria.
- 5.- El aparato de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que una de las asociaciones es producida por al menos un intercambio de un bit con otros bits en la secuencia binaria e invirtiendo un valor lógico de un bit en la secuencia binaria.
- 20 6.- El aparato de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que una de las asociaciones es producida, con respecto a una secuencia binaria $i_1q_1i_2q_2$, por un intercambio de i_1 y q_1 con i_2 y q_2 , e invirtiendo los valores lógicos de i_1 y q_1 , intercambiando i_1 y q_1 con i_1 y q_2 e invirtiendo los valores lógicos de i_2 y q_2 .
- 7.- El aparato de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicho aparato de transmisión está adaptado para transmitir datos como una secuencia binaria redistribuida de acuerdo con una de las asociaciones.
- 25 8.- El aparato de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicho aparato de transmisión está adaptado para transmitir datos utilizando un proceso HARQ.
- 9.- El aparato de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicho aparato de transmisión está adaptado para transmitir información que indica la asociación utilizada para modular datos transmitidos a un aparato receptor.
- 30 10.- El aparato de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que una de las asociaciones se utiliza de acuerdo con una secuencia predeterminada.
- 11.- Un método de transmisión para transmitir datos, que comprende las etapas de:
- 35 transmitir datos utilizando una pluralidad de asociaciones en una primera transmisión;
- transmitir datos utilizando otra de la pluralidad de asociaciones en una retransmisión; en el que cada una de las asociaciones es diferente de las otras, porque al menos una de las posiciones binarias en una secuencia binaria en un símbolo comprende una pluralidad de bits y un valor lógico de un bit en la secuencia binaria en un símbolo.
- 40 12.- El método de transmisión de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende seleccionar una de las asociaciones, en el que se transmiten datos utilizando la asociación seleccionada.
- 13.- El método de transmisión de acuerdo con las reivindicaciones 11 ó 12, en el que la pluralidad de asociaciones son almacenadas en una tabla.
- 14.- El método de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, en el que una de las asociaciones es producida redistribuyendo la secuencia binaria.
- 45 15.- El método de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 14, en el que una de las asociaciones es producida por al menos un intercambio de un bit con otro en la secuencia binaria e invirtiendo un

valor lógico de un bit en la secuencia binaria.

- 5 16.- El método de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 15, en el que una de las asociaciones es producida, con respecto a una secuencia binaria $i_1q_1i_2q_2$, por un intercambio de i_1 y q_1 con i_2 y q_2 , e invirtiendo los valores lógicos de i_1 y q_1 , intercambiando i_1 y q_1 con i_1 y q_2 e invirtiendo los valores lógicos de i_2 y q_2 .
- 17.- El método de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 16, en el que se transmiten datos como una secuencia binaria redispuesta de acuerdo con una de las asociaciones.
- 18.- El método de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 17, en el que dicho aparato de transmisión está adaptado para transmitir datos utilizando un proceso HARQ.
- 10 19.- El método de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 14 a 18 que comprende, además, transmitir información que indica la asociación utilizada para la modulación de datos transmitidos a un aparato de recepción.
- 20.- El método de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 19, en el que una de las asociaciones es utilizada de acuerdo con una secuencia predeterminada.
- 15 21.- Un sistema de comunicaciones, que comprende:
 un aparato de transmisión (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10; y
 un aparato de recepción (20) que está adaptado para recibir datos transmitidos por dicho aparato de transmisión.
- 20 22.- Un aparato de recepción (20) para recibir datos, que está adaptado para recibir datos modulados utilizando una de una pluralidad de asociaciones en un esquema de modulación 16 QAM o 64 QAM, estando adaptado dicho aparato de recepción para recibir otros datos que incluyen datos retransmitidos modulados utilizando otra asociación de la pluralidad de asociaciones, en el que dichas asociaciones son diferentes entre sí, porque al menos una de las posiciones binarias en una secuencia binaria en un símbolo comprende una pluralidad de bits y un valor lógico de un bit en la secuencia binaria en un símbolo.
- 25 23.- El aparato de recepción de acuerdo con la reivindicación 22, que está adaptado, además, para remodular los datos recibidos utilizando una de las asociaciones.
- 24.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 ó 23, en el que una de las asociaciones es producida re disponiendo la secuencia binaria.
- 30 25.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 24, en el que una de las asociaciones es producida por al menos un intercambio de un bit con otro bit en la secuencia binaria e invirtiendo un valor lógico de un bit en la secuencia binaria.
- 35 26.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 25, en el que una de las asociaciones es producida, con respecto a una secuencia binaria $i_1q_1i_2q_2$, por un intercambio de i_1 y q_1 con i_2 y q_2 , e invirtiendo los valores lógicos de i_1 y q_1 , intercambiando i_1 y q_1 con i_1 y q_2 e invirtiendo los valores lógicos de i_2 y q_2 .
- 27.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 26, en el que dicho aparato de recepción está adaptado para recibir datos modulados como una secuencia binaria redispuesta de acuerdo con una de las asociaciones.
- 28.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 27, que está adaptado, además, para combinar los datos recibidos con los datos retransmitidos.
- 40 29.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 28, en el que dicho aparato de recepción está adaptado para recibir datos utilizando un proceso HARQ.
- 30.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 29, en el que dicho aparato de recepción está adaptado para recibir información que indica la asociación utilizada para modular los datos.
- 45 31.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 22 a 30, en el que una de las asociaciones es utilizada de acuerdo con una secuencia predeterminada.
- 32.- Un método de recepción para recibir datos, que comprende las etapas de:
 recibir datos modulados utilizando una de una pluralidad de asociaciones en un esquema de modulación 16 QAM o 64 QAM, dichos datos recibidos incluyen datos retransmitidos modulados utilizando otra asociación

de la pluralidad de asociaciones, en el que dichas asociaciones son diferentes entre sí, porque al menos una de las posiciones binarias en una secuencia binaria en un símbolo comprende una pluralidad de bits y un valor lógico de un bit en la secuencia binaria en un símbolo.

- 5 33.- El método de recepción de acuerdo con la reivindicación 32, que comprende, además, modular los datos recibidos utilizando una de la pluralidad de asociaciones.
- 34.- El método de recepción de acuerdo con la reivindicación 32 ó 33, en el que una de las asociaciones es producida re disponiendo la secuencia binaria.
- 10 35.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 32 a 34, en el que una de las asociaciones es producida por al menos un intercambio de un bit con otro en la secuencia binaria e invirtiendo un valor lógico de un bit en la secuencia binaria.
- 36.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 32 a 35, en el que una de las asociaciones es producida, con respecto a una secuencia binaria $i_1q_1i_2q_2$, por un intercambio de i_1 y q_1 con i_2 y q_2 , e invirtiendo los valores lógicos de i_1 y q_1 , intercambiando i_1 y q_1 con i_1 y q_2 e invirtiendo los valores lógicos de i_2 y q_2 .
- 15 37.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 32 a 36, en el que se reciben datos que son modulados como una secuencia binaria re dispuesta de acuerdo con una de las asociaciones.
- 38.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 32 a 37, que comprende, además, combinar los datos recibidos con los datos retransmitidos.
- 39.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 32 a 36, en el que se reciben datos utilizando un proceso HARQ.
- 20 40.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 32 a 39, que comprende recibir información que indica la asociación utilizada para modular datos.
- 41.- El método de recepción de acuerdo con una de las reivindicaciones 32 a 40, en el que se utiliza una de las asociaciones de acuerdo con una secuencia predeterminada.

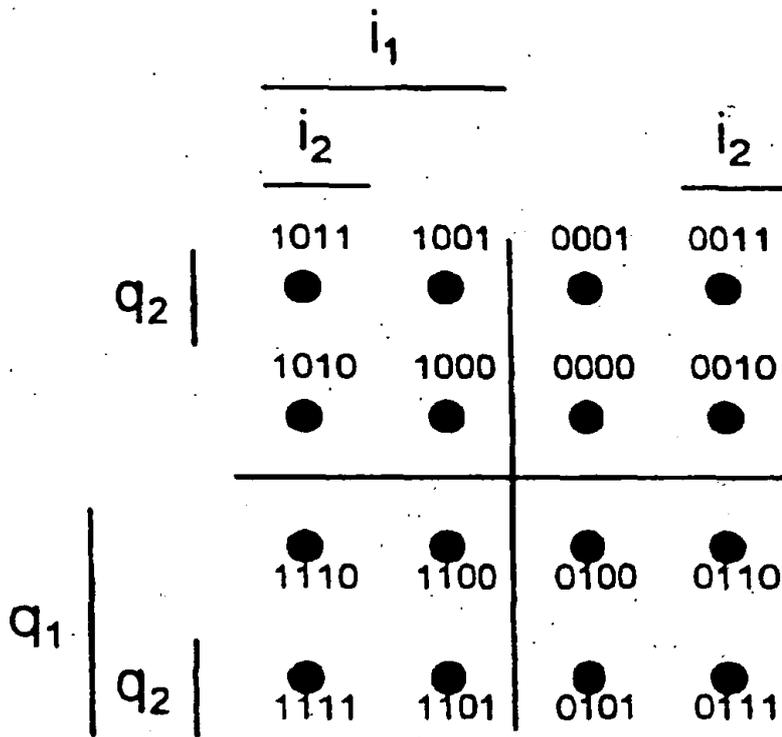
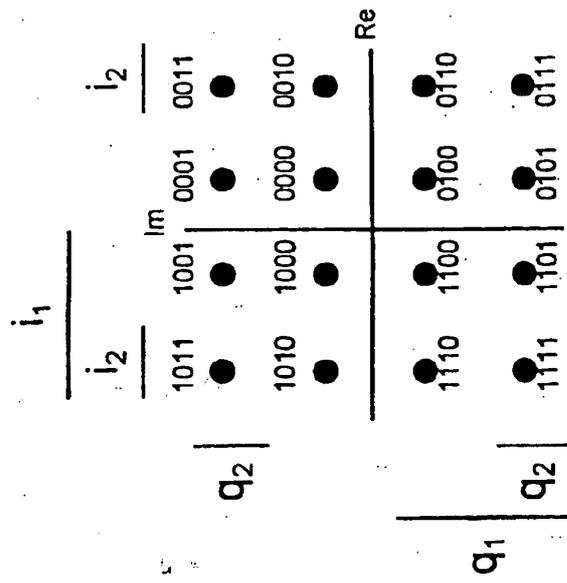


Figura 1

Constelación 1



Constelación 2

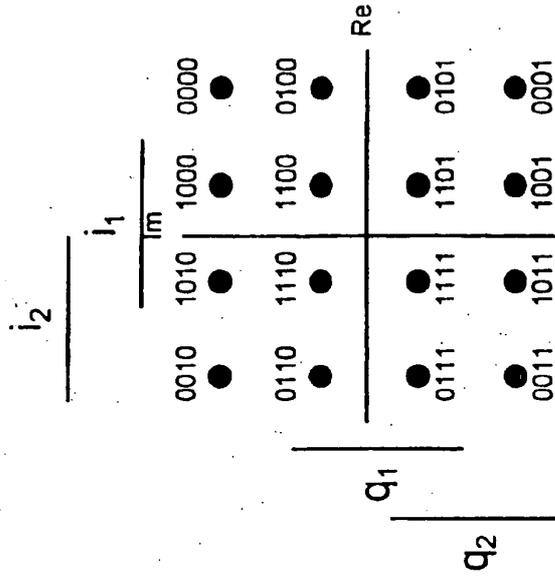
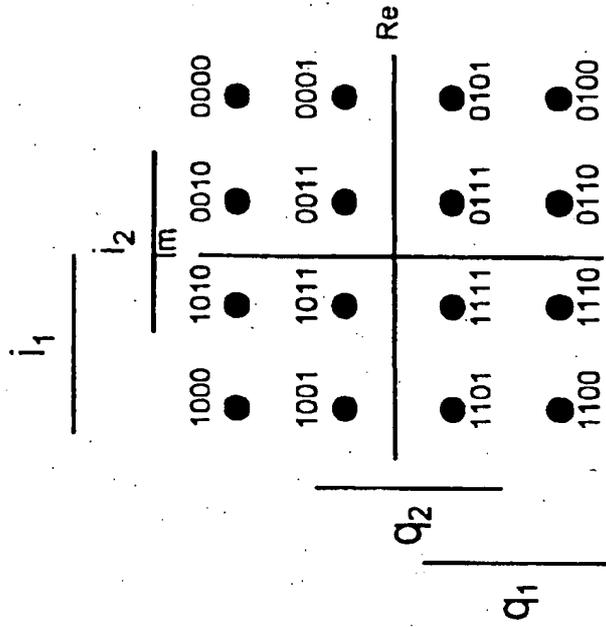


Figura 2a

Constelación 4



Constelación 3

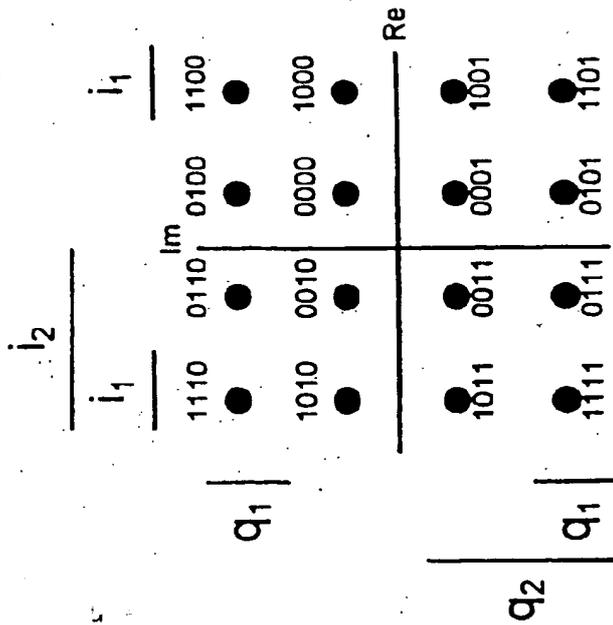


Figura 2b

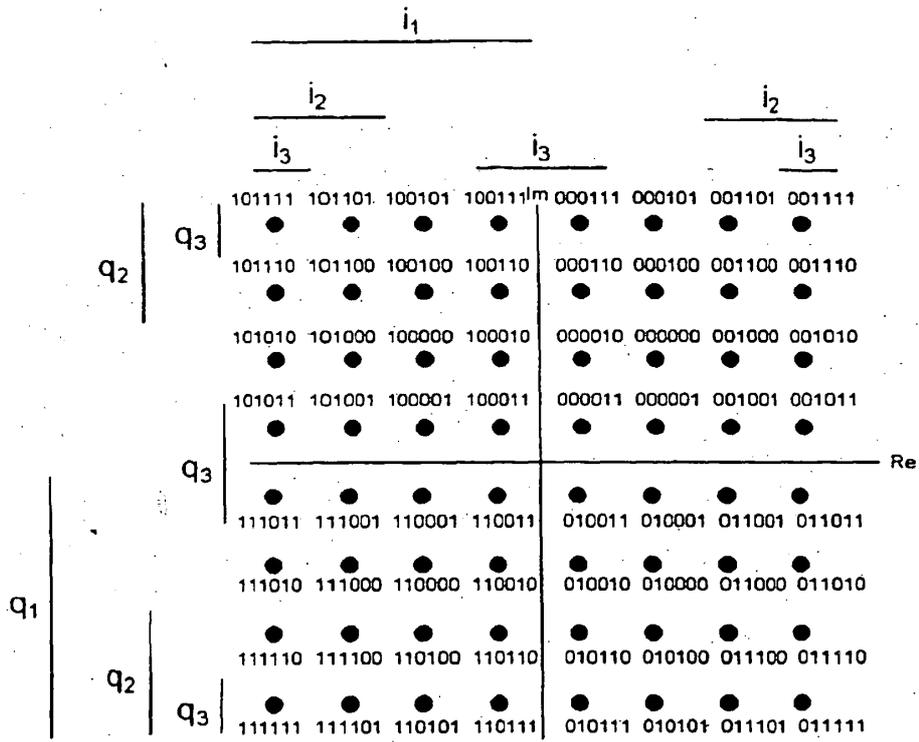


Figura 3

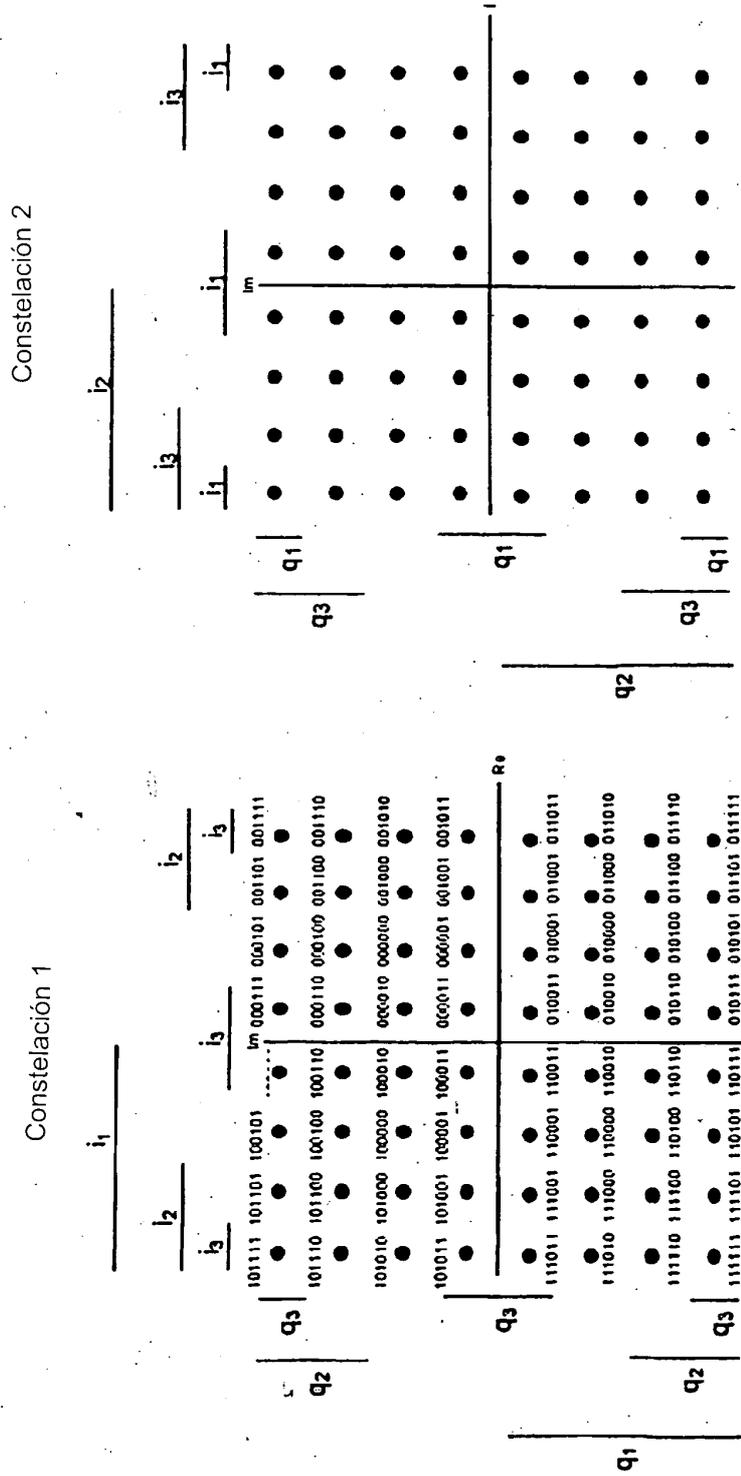


Figure 4 a

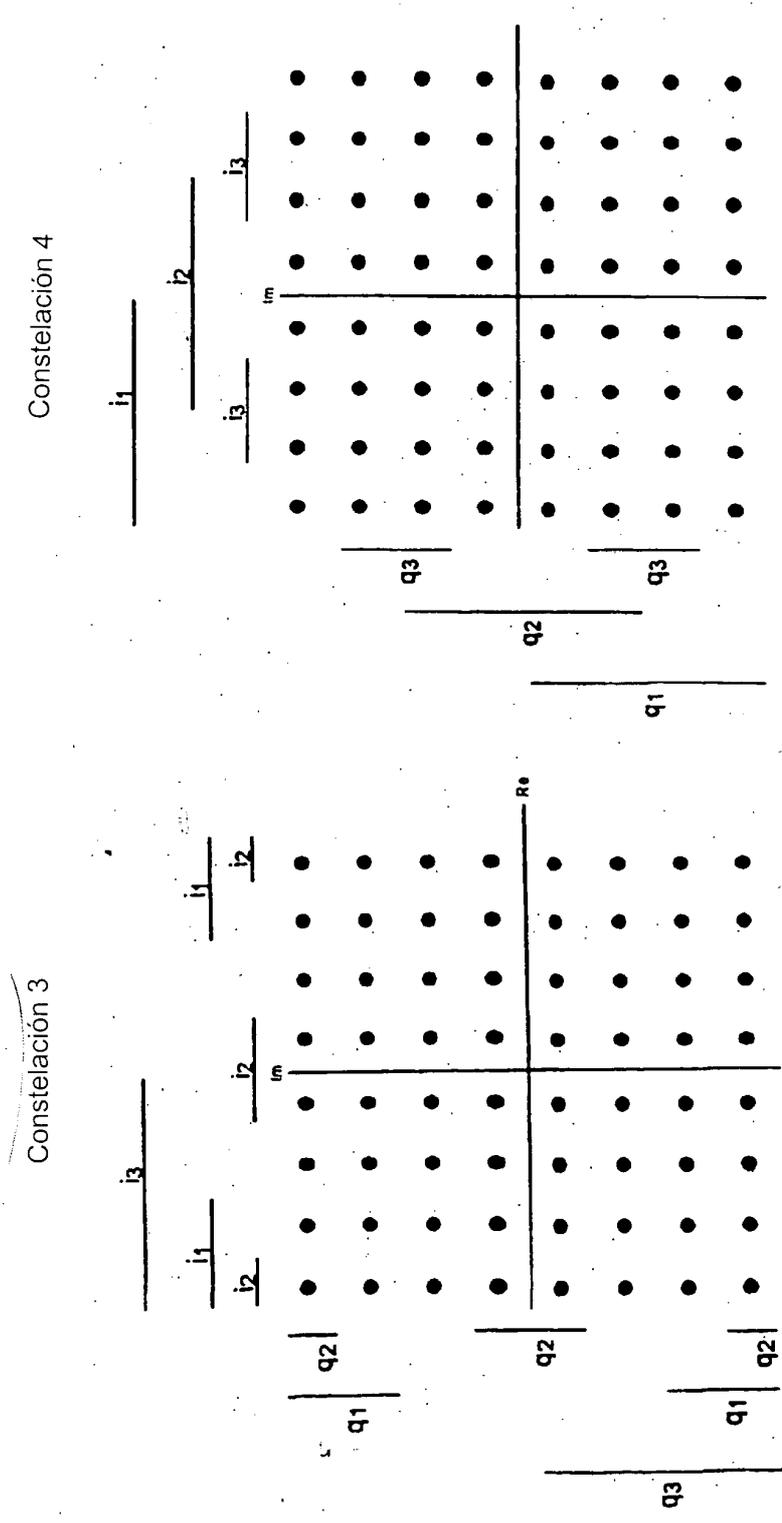
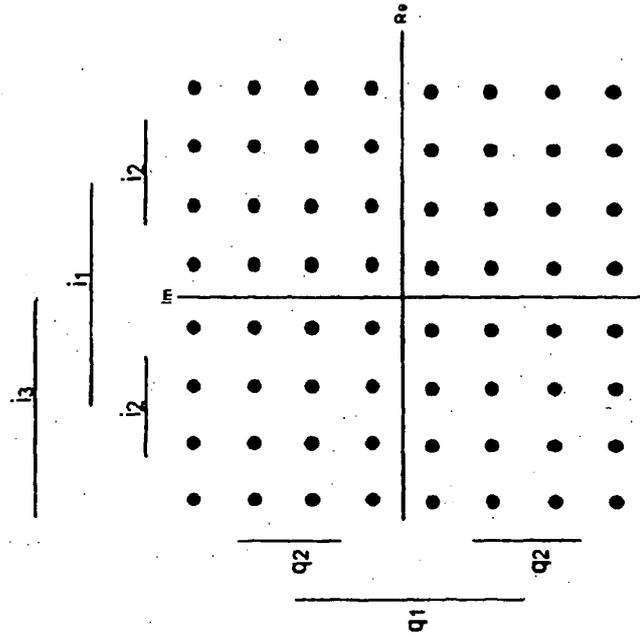


Figura 4b

Constelación 6



Constelación 5

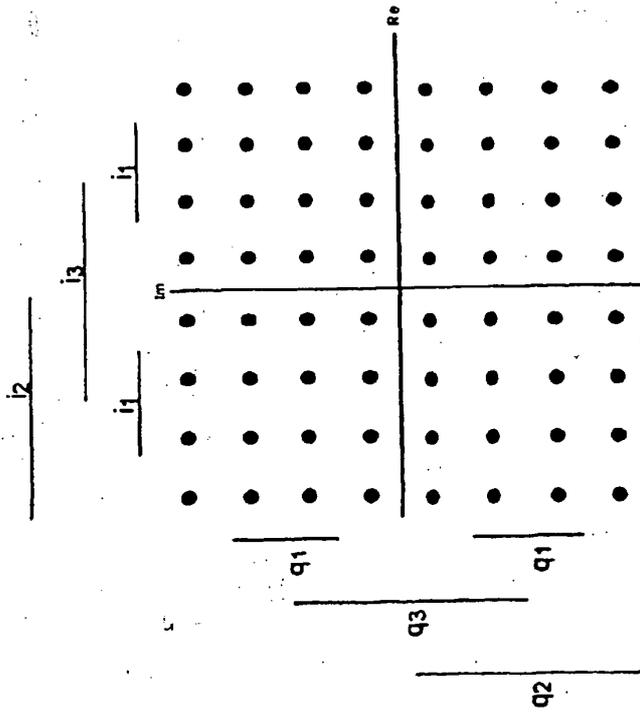


Figura 4c

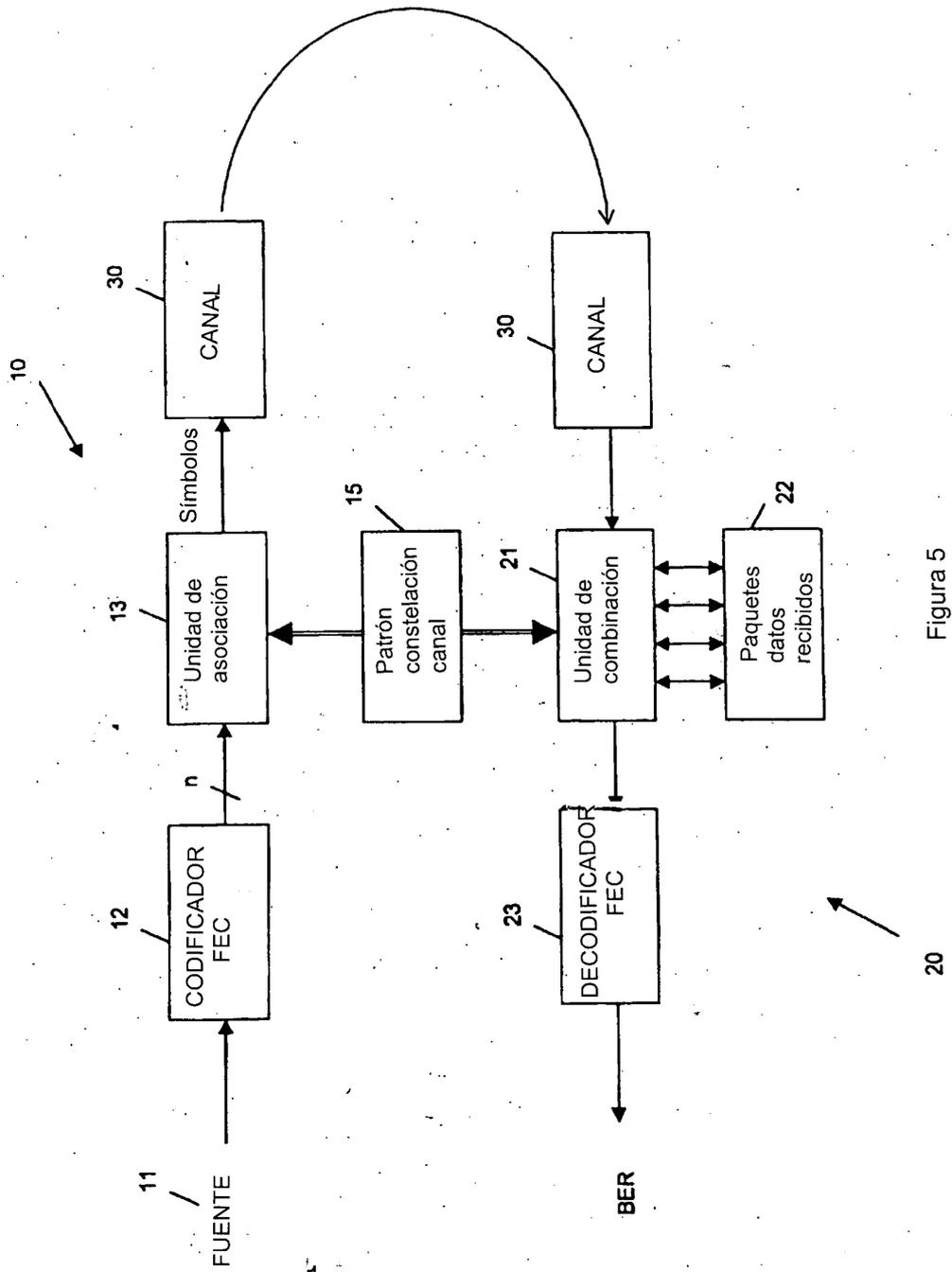


Figura 5

20

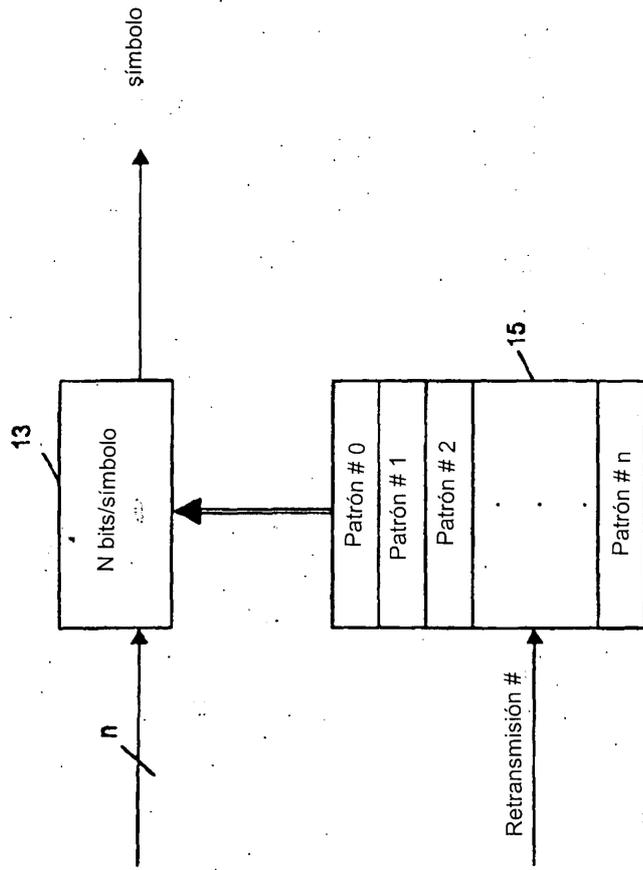


Figura 6