(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 377 026**

(51) Int. Cl.:
H04J 13/00 (2011.01)
H04J 11/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **08009184 .6**
(96) Fecha de presentación: **17.08.1999**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1981195**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **15.10.2008**

(54) Título: **Aparato para la construcción de vectores cuasiortogonales**

(30) Prioridad:
18.08.1998 US 136107

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.03.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.03.2012

(73) Titular/es:
QUALCOMM INCORPORATED
5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO, CA 92121-1714, US

(72) Inventor/es:
Shanbhag, Abhijit G.

(74) Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 377 026 T3

DESCRIPCIÓN

Aparato para la construcción de vectores cuasiortogonales

Antecedentes de la invención

I. Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de los sistemas de comunicaciones y, en particular, a la transmisión de señales de mensaje codificadas ensanchadas dentro de sistemas de comunicaciones.

II. Descripción de la técnica anterior

Es bien conocido en la técnica de las comunicaciones el mezclar señales de mensaje que van a transmitirse con vectores de código de ensanchamiento. Esto permite combinar, transmitir y separar entre sí las señales de mensaje tras la transmisión. La característica más útil de un conjunto de vectores de código adecuados para este fin es que los vectores de código de ensanchamiento son mutuamente ortogonales. Esto permite una interferencia teórica de cero entre las señales de mensaje. Los vectores de código utilizados más comúnmente para este fin son los vectores de código Walsh.

El número total de vectores de código binarios que tienen una longitud n es 2^n. Sin embargo, del número total de vectores binarios 2^n dentro del espacio total de vectores, solamente n son mutuamente ortogonales. Por ejemplo, cuando n=8 hay 256 vectores binarios diferentes. Solamente 8 de los 256 vectores son mutuamente ortogonales. Por tanto, en un sistema en el que n=8, normalmente sólo 8 señales de mensaje pueden combinarse y separarse de esta manera y solamente puede darse soporte a 8 usuarios simultáneamente. Asimismo, si n=128 entonces puede darse soporte a 128 usuarios simultáneamente. Algunos de los vectores pueden estar inactivos durante algún tiempo, permitiendo así dar servicio a más de n usuarios. Sin embargo, el tamaño de los vectores de código todavía limita el tamaño del sistema de comunicaciones.

Un conjunto W de vectores w de código que cumplen el requisito de ortogonalidad para una interferencia teórica de cero puede representarse según lo siguiente:

$$\begin{aligned} w_1 &= [w_{1,1}\ w_{1,2} \dots w_{1,n}] \\ w_2 &= [w_{2,1}\ w_{2,2} \dots w_{2,n}] \\ &\vdots \\ w_n &= [w_{n,1}\ w_{n,2} \dots w_{n,n}] \end{aligned}$$

en las que cada vector w_i es un vector columna que utiliza un alfabeto de 0/1 o, de manera equivalente, un alfabeto de -1/+1. En lo sucesivo en el presente documento, un conjunto de vectores de código que utiliza el alfabeto de 0/1 se expresa como $W_{b,n}$ y un conjunto que utiliza el alfabeto de -1/+1 se expresa como W_n.

Como todos los vectores w en el conjunto W son ortogonales entre sí, el producto escalar de dos vectores cualesquiera en el conjunto debe ser cero. Esto puede representarse como:

$$(w_x, w_y) = 0$$

en la que x e y puede tener cualquier valor entre 1 y n, x ≠ y, y (w_x, w_y) es igual a

$$1/n \quad \sum_{i=1}^{n} w_{x,i}\ , i w_{y,i} .$$

De manera equivalente, lo anterior puede ser el siguiente producto de matrices:

$$w_x^T w_y = 0$$

También:

$$\mathbf{w}_x^T \mathbf{w}_x = n \ .$$

Representando el i-ésimo símbolo de datos que va a transmitirse como d_i y el número totales de señales de transmisión como k, la señal S de transmisión total transmitida por una estación base a una estación móvil es:

$$S = \sum_{i=1}^{k} d_i w_i$$

La estación móvil recibe la señal S de transmisión total e intenta eliminar todas las señales de mensaje excepto la suya propia.

Con el fin de eliminar los otros mensajes, la estación móvil puede multiplicar la señal S por la traspuesta de su propio vector de código Walsh. Un ejemplo en el que i = 1 es el siguiente:

$$\mathbf{w}_1^T \mathbf{S} = \mathbf{w}_1^T \sum_{i=1}^{k} \mathbf{d}_i \mathbf{w}_i$$

$$= w_1^T \left(d_1 \underline{w}_1 + \sum_{i=2}^{k} d_i \underline{w}_i \right)$$

en la que el primer término en el lado derecho representa la señal deseada. El segundo término en el lado derecho representa la interferencia de todas las señales de mensaje restantes mezcladas con sus códigos Walsh individuales. La resolución de esta ecuación proporciona:

$$\mathbf{w}_1^T \mathbf{S} = n d_1 + 0 \ .$$

Por tanto, la separación de las señales de mensaje transmitidas en el receptor depende de una correlación cero entre la señal deseada y todas las demás señales de mensaje.

Con el fin de utilizar los sistemas de comunicaciones de la manera más efectiva posible, es deseable transmitir simultáneamente y separar tantas señales de mensaje como sea posible. Sin embargo, solamente es posible mezclar n señales de mensaje y separarlas con interferencia cero porque solamente están disponibles n vectores ortogonales, según se ha descrito anteriormente. Para superar esta limitación, se conoce el uso de funciones cuasiortogonales. Los vectores cuasiortogonales son vectores que son adicionales a los n vectores ortogonales. Los vectores cuasiortogonales se han seleccionado entre los vectores de código restantes en el espacio total de 2^n vectores binarios a fin de proporcionar la menor interferencia posible. Específicamente, se seleccionan los vectores cuasiortogonales para proporcionar un nivel de interferencia que esté dentro de límites aceptables, incluso aunque el nivel de interferencia no sea cero.

Con el fin de seleccionar vectores cuasiortogonales, puede realizarse una búsqueda por ordenador dentro del espacio total de 2^n vectores para máscaras binarias (alfabeto de +1/-1). Las máscaras pueden aplicarse a los vectores ortogonales para formar un conjunto nuevo de vectores que son vectores cuasiortogonales. Mediante la aplicación de un total de M máscaras a un conjunto de vectores w_n de código Walsh, el número de funciones cuasiortogonales producidas es: (M + 1) n. La aplicación de una máscara m a un vector $w \in W_n$ de código incluye una multiplicación componente a componente de la máscara m y el vector w de código ortogonal para obtener el nuevo vector de código:

$$\mathbf{w}_m = \mathbf{w} \bullet \mathbf{m}$$

Puede probarse la interferencia que resulta del uso de los nuevos vectores de código y pueden seleccionarse los vectores de código que proporcionan la menor correlación para proporcionar un conjunto de vectores cuasiortogonales. Puede encontrarse una pluralidad de tales funciones de enmascaramiento para proporcionar una pluralidad de conjuntos de vectores cuasiortogonales a partir de un único conjunto de vectores ortogonales. Con el fin de permitir que las señales de mensaje mezcladas con los vectores cuasiortogonales encontrados por la búsqueda por ordenador se separen entre sí, los vectores cuasiortogonales deberían ser mutuamente ortogonales entre sí. Hay una correlación que no es cero entre al menos un vector de código en el conjunto ortogonal y un vector en el conjunto cuasiortogonal.

Representando los vectores cuasiortogonales como v, puede demostrarse que:

$$1/n \sum_{j=1}^{n} \left(\left(v, w_j \right)^2 \right) = \frac{1}{n}.$$

El objetivo de escoger vectores v cuasiortogonales es escoger los vectores tales que

$$\max_{1 \le i \le n} \{ |(\underline{v}, \underline{w}_i)| \}$$

sea lo más pequeño posible.

Como su correlación es una medida útil de la magnitud de la separación entre vectores, la correlación normalizada entre dos vectores $\underline{x}$ e $\underline{y}$ de código puede definirse como:

$$(\underline{x}, \underline{y}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i y_i^*$$

La correlación entre dos vectores ortogonales es cero. El valor absoluto inferior de correlación da como resultado una mejor separación entre las señales de mensaje mezcladas con los vectores ortogonales y las mezcladas con vectores cuasiortogonales. Una mejor separación de señales da como resultado una interferencia inferior entre las señales en el momento de la descodificación.

La correlación cuadrática media entre vectores ortogonales y sus correspondientes vectores cuasiortogonales, donde n es una potencia de dos, es 1/n. Puede demostrarse que el límite inferior del valor absoluto de correlación tiene el valor $1/\sqrt{n}$. Esta cantidad se denomina el límite inferior de Holtzman. Se han encontrado máscaras que cumplen con el límite inferior para casos en los que n es una potencia par de dos. Sin embargo, en los casos en los que n es una potencia impar de dos, este límite no se ha cumplido con una igualdad. La menor correlación encontrada en el último caso es $\sqrt{2}/\sqrt{n}$. Por tanto, la interferencia de los mejores vectores cuasiortogonales encontrada en el caso de potencia impar de dos utilizando la técnica de búsqueda por ordenador es $\sqrt{2}$ veces el límite teórico.

Por tanto, es deseable encontrar vectores cuasiortogonales adicionales que tengan una correlación inferior con los vectores ortogonales para el caso en el que n es una potencia impar de 2, a fin de ampliar la capacidad de los sistemas de comunicaciones manteniendo a la vez magnitudes de interferencia aceptablemente bajas.

Resumen de la invención

Se enseña un procedimiento de transmisión en un sistema de comunicaciones que tiene vectores de código ortogonales para transmitir señales de mensaje. El procedimiento incluye formar una primera matriz de vectores utilizando una primera serie de desplazamientos cíclicos y formar una segunda matriz de vectores utilizando una segunda serie de desplazamientos cíclicos. La primera matriz de vectores se permuta para proporcionar un código ortogonal y se determinan las operaciones de permutación. El procedimiento también estipula aplicar las operaciones de permutación determinadas a la segunda matriz para proporcionar un vector de código cuasiortogonal. El vector de código cuasiortogonal se aplica a una señal de mensaje para proporcionar una señal de mensaje codificada y se transmite la señal de mensaje codificada. La formación de la primera matriz de vectores incluye desplazamientos cíclicos de una secuencia que tiene un polinomio característico. El polinomio característico de la secuencia puede ser un polinomio primitivo con un grado r. La secuencia es una secuencia-m. La longitud del vector de código ortogonal es $n = 2^r$ y la formación de la primera matriz de vectores puede requerir n-1 desplazamientos cíclicos. La primera matriz se amplía antes de la permutación. El polinomio primitivo se eleva hasta un polinomio cuaternario. Se genera una secuencia que tiene el polinomio cuaternario como su polinomio característico, por lo que la secuencia así formada es una secuencia de Familia A y la etapa de formar la segunda matriz se forma según la secuencia de Familia A. La segunda matriz también se amplía antes de la permutación de la segunda matriz. La segunda matriz de vectores se permuta para proporcionar una máscara y la máscara se aplica a un vector de código ortogonal para proporcionar el vector cuasiortogonal. La máscara puede aplicarse a una pluralidad de vectores ortogonales para proporcionar una pluralidad de vectores cuasiortogonales.

Breve descripción de los dibujos

Las características, objetivos y ventajas de la presente invención se harán más evidentes a partir de la descripción detallada estipulada, cuando se considere conjuntamente con los dibujos en los que caracteres de referencia similares siempre identifican elementos correspondientes en toda su extensión y en los que:

la Fig. 1 muestra una representación de diagrama en bloques de un algoritmo de matrices de permutación adecuado para su uso en el procedimiento de la presente invención;

la Fig. 2 muestra una representación de diagrama en bloques del algoritmo de generación de máscaras cuasiortogonales de la presente invención; y

la Fig. 3 muestra una representación de diagrama en bloques de un procedimiento para transformar vectores que es adecuado para su uso en el procedimiento de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

En el procedimiento de transmisión de señales de la presente invención, se construyen máscaras m y se aplican a vectores de código ortogonales para proporcionar vectores de código cuasiortogonales, en el que las máscaras son máscaras de modulación por desplazamiento de cuatro fases o de fase cuaternaria (QSPK). Por tanto, las máscaras m tienen un alfabeto de cuatro elementos, {±1, ±j}, en lugar de dos elementos, donde $j = \sqrt{-1}$ es la raíz imaginaria de la unidad. Se entenderá que el procedimiento de transmisión de señales de la presente invención puede requerir dos máscaras m cuando se transmite una señal de mensaje. Una de las dos máscaras puede utilizarse para el canal en fase (I) y una puede utilizarse para el canal desfasado (Q).

Con el fin de poner en práctica el procedimiento de transmisión de la presente invención, las nuevas máscaras m pueden generarse utilizando registros de desplazamiento de realimentación lineal (LFSR). Una secuencia s[t] de LFSR 2^k-aria es una secuencia que tiene símbolos {0, 1, ... , 2^k-1}, donde k está limitado al valor 1 en el caso binario y a dos en el caso cuaternario. La secuencia satisface una relación de recurrencia lineal de la forma:

$$\sum_{i=0}^{r} c_i s(t+i) = 0 (\mathrm{mod}\, 2^k), \forall t > 0$$

en la que r ≥ 1 es el grado de la recursión. Los coeficientes c_i pertenecen al conjunto {0, 1, ... , 2^k-1} y $c_r \neq 0$. Este tipo de secuencia s[t] tiene un polinomio característico:

$$c(x) = \sum_{i=0}^{r} c_i x^i$$

Cuando k = 1, la secuencia s[t] es periódica con un periodo que es inferior o igual a 2^r-1. Si el periodo de la secuencia s[t] alcanza el valor máximo 2^r-1, el polinomio característico de s[t] se define como un polinomio primitivo y la secuencia s[t] es una secuencia-m. Las secuencias de este tipo se enseñan en la obra de S. W. Golomb, "*Shift Register Sequences*" [“Secuencias de registro de desplazamiento”], Holden Day, San Francisco, CA, 1967.

Un código C’ incluye un periodo de una secuencia-m y un periodo de cada uno de sus desplazamientos cíclicos. Por tanto, el tamaño del código C’ es 2^r-1. El código C’ puede entonces ampliarse adjuntando un bit cero a cada palabra de código en C’. El cero se adjunta en la misma ubicación de bit de cada palabra de código. La inclusión de un vector de todos ceros de este modo forma la matriz C de código a partir del código C’.

La matriz C de código tiene una longitud 2^r y un tamaño 2^r. En una realización, el código C puede permutarse por columnas y por filas para crear el código $W_{b,2^r}$ de Walsh de tamaño 2^r. Sin embargo, es suficiente obtener la matriz P de permutación de modo tal que el conjunto de vectores fila del producto CP de matrices sea el mismo que el conjunto de vectores fila de $W_{b,2^r}$.

Con referencia ahora a la Fig. 1, se muestra un algoritmo 10 de matrices de permutación que es adecuado para su uso en la presente invención. En el algoritmo 10 de matrices de permutación, se forma una submatriz W de la matriz $W_{b,2^r}$, según se muestra en el bloque 12. La submatriz W incluye r filas que tienen índices 1, 2, 4, ..., 2^{r-1}. Obsérvese que la indización de $W_{b,2r}$ tiene base cero y oscila entre 0 y 2^r-1. La matriz W tiene por tanto r filas y 2^r columnas. Cada columna de la matriz W es distinta de todas las demás columnas.

Se forma entonces una submatriz M de la matriz C de código, según se muestra en el bloque 14 del algoritmo 10 de matrices de permutación. La submatriz M tiene r filas y 2^r columnas. Con el fin de formar la submatriz M, se forma una submatriz M' intermedia que tiene r filas y 2^r-1 columnas. La submatriz M se forma añadiendo una columna que contiene todos ceros a la submatriz M'. La primera fila de la submatriz M' puede ser cualquier desplazamiento cíclico de la secuencia-m utilizada en la construcción del código C. Las r-1 filas de la submatriz M' que siguen a la primera fila son desplazamientos sucesivos en una unidad de tiempo en cada caso, a partir de la primera fila. Cada columna de la submatriz M es distinta.

Entonces, se determina una matriz P de permutación tal que MP = W, según se estipula en el bloque 16 del algoritmo 10 de matrices de permutación. La matriz P de permutación es la salida requerida del algoritmo 10. Debido a que las submatrices M y W tienen el mismo conjunto de columnas distintas, la determinación de P de esta manera es directa. En una realización alternativa de la invención, la matriz P de permutación puede determinarse utilizando una técnica de cálculo matricial. Los expertos en la técnica entenderán que las filas de la matriz CP son las mismas que las filas de $W_{b,2^r}$.

Cuando k = 2, y las secuencias tienen por tanto un alfabeto cuaternario, puede determinarse una secuencia conocida como Familia A. La secuencia de Familia A se enseña, por ejemplo, en la obra de S. Boztas, P. V. Kumar, R, Hammons, "*4-Phase Sequences with Near-Optimum Correlation Properties*" ["Secuencias de 4 fases con propiedades de correlación casi óptimas"], IEEE Transactions on Information Theory [Transacciones del IEEE sobre teoría de la información], IT-38 Nº 3 (mayo de 1992), páginas 1101 a 1113. Con el fin de obtener una secuencia de Familia A, sea c(y) un polinomio primitivo binario de grado r. Un polinomio g(x) que tiene coeficientes en el conjunto {0, 1, 2, 3} puede elevarse a partir del polinomio c(x) según lo siguiente:

$$g(x^2) = (-1)\ c(x)c(-x)(\mathrm{mod}\ 4)$$

Una elevación de este tipo del polinomio c(x) binario al polinomio g(x) cuaternario es un caso especial de la elevación de polinomios de Hensel. Véase, por ejemplo, la obra de B, R, MacDonald, "*Finite Rings with Identity*" ["Anillos finitos con identidad"], Marcel Dekker, Inc., Nueva York, 1974. La secuencia LFSR con el polinomio g(x) característico se define como una secuencia de Familia A. La secuencia tiene un periodo 2^r-1.

Con referencia ahora a la Fig. 2, se muestra un algoritmo 50 de generación de máscaras cuasiortogonales. El algoritmo 50 de generación de máscaras cuasiortogonales puede utilizarse para construir máscaras de 4 fases a fin de formar vectores cuasiortogonales de longitud 2^r. En el algoritmo 50 de generación de máscaras, se proporciona un polinomio c(x) primitivo binario de grado r, según se muestra en el bloque 52. Mediante el uso del polinomio c(x) primitivo como su polinomio característico, se construye un periodo de una secuencia-m, según se muestra en el bloque 56.

Se construye la matriz M' que tiene dimensiones (2^r-1) X (2^r-1) para el caso en el que n = 2^r, según se muestra en el bloque 58. Cada una de las filas de la matriz M' contiene un periodo de la secuencia-m del bloque 56 junto con todos sus desplazamientos cíclicos. Entonces se amplía la matriz M' para formar la matriz M según se muestra en el bloque 62. La ampliación de la matriz M' se realiza añadiendo una columna de todos ceros y una fila de todos ceros a la matriz M'. Las dimensiones de la matriz M son por tanto 2^r X 2^r. Por conveniencia, la primera columna de la matriz M puede ser la columna de todos ceros. Según se expone en el bloque 66, se encuentra una permutación P que permuta por columnas la matriz M para que contenga los mismos vectores fila que los contenidos en $W_{b,2r}$. Puede utilizarse el procedimiento de matrices de permutación enseñado anteriormente en el presente documento, o cualquier otro procedimiento conocido para los expertos en la técnica, para realizar las operaciones del bloque 66.

Se realiza entonces una elevación de Hensel sobre el polinomio c(x) primitivo obtenido en el bloque 52 del algoritmo 50 de generación de máscaras para proporcionar el polinomio g(x), según se ha descrito anteriormente en el presente documento. La operación de elevación de Hensel se muestra en el bloque 72. Se genera un periodo de las secuencias de Familia A con el polinomio g(x) como su polinomio característico, según se muestra en el bloque 78. Se selecciona una secuencia de las secuencias de Familia A. La secuencia seleccionada puede ser una cualquiera de las secuencias de Familia A que tenga al menos un símbolo igual a 1 o 3.

Se construye un vector N' de longitud (2^r-1). El vector N' consiste en un periodo de la secuencia de Familia A seleccionada según el bloque 78. Se forma un vector N de longitud 2^r adjuntando un bit cero en la primera ubicación de bit al vector N'. Según se muestra en el bloque 70, el vector N se permuta luego por columnas utilizando la permutación P hallada en el bloque 66. La palabra de código permutada resultante puede utilizarse como una función de enmascaramiento para generar vectores cuasiortogonales según el procedimiento de la presente invención. Los vectores cuasiortogonales generados de esta manera pueden utilizarse con asociación de símbolos a (+1, -1, +j, -j). Puede generarse un total de 127 máscaras de esta manera para un código Walsh de longitud 128. Dos de las máscaras generadas según el algoritmo 50 de máscaras cuasiortogonales se exponen en la tabla I.

Tabla I

[1j1j1j1j1j1j1j1j1j1j1j-1-j-1-j-1-j1-j1j1j-1-j-1-j1j1j-1-j -1-j1j1j-1-j-1-j-1-j-1-j1j1j1j-1-j1j-1-j1j-1-j1j-1-j1j-1-j1j-1 -j-1-j1j-1-j1j1j-1-j-1-j1j1j-1-j-1-j1j1j-1-j-1-j1j-1-j1j1j-1- j]
[1j1j1j1j-1-j-1-j1j1j1j-1-j1j-1-j1j-1-j-1-j1j1-j1-j-1j-1j-1j-1j -1j-1j1-j-1j-1j1-j1-j-1j1-j-1j-j1j-1-j1j-1j-1-j1-j1j-1-j1-j1-j1 -j1-j1-j1j-1j-1j1-j-1-j-1j1-j-1j1-j-1j1j1j1-j-1-j-1j1j1j1j1]

Con referencia ahora a la Fig. 3, se muestra una función 100 de asociación de vectores. Según se muestra en la función 100 de asociación de vectores, puede representarse de manera equivalente una máscara de vector cuasiortogonal con símbolos del alfabeto {0, 1, 2, 3} o con símbolos del alfabeto {+1, -1, +j, -j} de la Tabla 1, utilizando la asociación:

0→1
1→j
2→-1
3→-j

Según se muestra en los bloques 102, 104, respectivamente, los vectores de código Walsh (0/1) (multiplicados por dos) y las máscaras en el alfabeto {0, 1, 2, 3} pueden sumarse utilizando el sumador 106 en módulo 4. El resultado de la suma se asocia a un alfabeto {+1, -1, +j, -j} según se muestra en el bloque 108 de asociación. La salida del bloque 108 de asociación puede ser aplicada a símbolos QPSK codificados por el mezclador 110 para proporcionar una salida de señal de mensaje codificada para la transmisión.

La correlación entre cualquier vector de código en el código Walsh y cualquier vector de código obtenido mediante la aplicación de las máscaras de la Tabla I a los vectores de código Walsh es

$$\{\pm 1/16 \pm j/16\}.$$

Por tanto, la correlación absoluta máxima es $\frac{1}{8}\sqrt{2} = \frac{1}{\sqrt{n}}$ y el límite inferior teórico sobre la correlación expuesto anteriormente en el presente documento se cumple con igualdad. Además, el procedimiento del algoritmo 50 de generación de máscaras cuasiortogonales puede generalizarse a todas las potencias de dos para dar los vectores cuasiortogonales óptimos para cada potencia de dos. La Tabla II expone las correlaciones y el número de máscaras proporcionadas según el procedimiento de la presente invención para varias potencias de dos.

Tabla II

Longitud	Correlación absoluta máxima con el código Walsh	Espectro de correlación	Número de máscaras disponibles
32	0,177	$\left\{\pm\frac{1}{8}\pm\frac{j}{8}\right\}$	31
64	0,125	$\left\{\pm\frac{1}{8},\pm\frac{j}{8}\right\}$	63
128	0,083	$\left\{\pm\frac{1}{16}\pm\frac{j}{16}\right\}$	127
256	0,0625	$\left\{\pm\frac{1}{16}\pm\frac{j}{16}\right\}$	255

(continuación)			
512	0,0442	$\left\{\pm\frac{1}{32}\pm\frac{j}{32}\right\}$	511

La descripción anterior de las realizaciones preferidas se proporciona para permitir a cualquier experto en la técnica realizar o utilizar la presente invención. Las diversas modificaciones a estas realizaciones serán inmediatamente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones equivalentes sin el uso de la facultad inventiva. Por tanto, no se pretende que la presente invención se limite a las realizaciones mostradas en la presente invención sino que se le debe conceder el alcance más amplio coherente con los principios y características novedosas dados a conocer en el presente documento.

Resumen de la invención

1**.** Un procedimiento de transmisión en un sistema de comunicaciones que tiene vectores de código ortogonales para transmitir señales de mensaje, que comprende las etapas de:

(a) formar una primera matriz de vectores utilizando una primera serie de desplazamientos cíclicos;

(b) formar una segunda matriz de vectores utilizando una segunda serie de desplazamientos cíclicos;

(c) permutar la primera matriz de vectores para proporcionar un código ortogonal;

(d) determinar las operaciones de permutación de la etapa (c);

(e) aplicar las operaciones de permutación determinadas a la segunda matriz para proporcionar un vector de código cuasiortogonal; y

(f) aplicar el vector de código cuasiortogonal a una señal de mensaje para proporcionar una señal de mensaje codificada y transmitir la señal de mensaje codificada.

2. El procedimiento de transmisión de 1, en el cual la etapa (a) comprende desplazamientos cíclicos de una secuencia con un polinomio característico.

3. El procedimiento de transmisión de 2, en el cual el polinomio característico de la secuencia es un polinomio primitivo.

4. El procedimiento de transmisión de 3, en el que el polinomio primitivo tiene un grado r.

5. El procedimiento de transmisión de 4, en el cual la secuencia comprende una secuencia-m.

6. El procedimiento de transmisión de 2, en el que $n=2^r$ es igual a la longitud del vector de código ortogonal y la etapa (a) comprende n-1 desplazamientos cíclicos.

7. El procedimiento de transmisión de 6, que comprende la etapa de extender la primera matriz antes de permutar la primera matriz.

8. El procedimiento de transmisión de 3, en el que el polinomio primitivo es un polinomio binario que comprende la etapa de elevar el polinomio binario a un polinomio cuaternario.

9. El procedimiento de transmisión de 8, que comprende la etapa de formar una secuencia que tiene el polinomio cuaternario como su polinomio característico, por lo que la secuencia así formada es una secuencia de Familia A.

10. El procedimiento de transmisión de 9, que comprende la etapa de formar la matriz según la secuencia de Familia A.

11. El procedimiento de transmisión de 10, que comprende la etapa de extender la segunda matriz antes de permutar la segunda matriz.

12**.** El procedimiento de transmisión de 1, que comprende las etapas de:

(a) permutar la segunda matriz de vectores para proporcionar una máscara; y

(b) aplicar la máscara a un vector de código ortogonal para proporcionar el vector cuasiortogonal.

13. El procedimiento de transmisión de 12, que comprende la etapa de aplicar la máscara a una pluralidad de

vectores ortogonales para proporcionar una pluralidad de vectores cuasiortogonales.

14. El procedimiento de transmisión de 1, en el que el vector de código ortogonal tiene una longitud n y el valor absoluto de correlación entre el vector ortogonal y el vector cuasiortogonal es $1/\sqrt{n}$, siendo n cualquier potencia de dos.

15. Un sistema de comunicaciones que tiene vectores de código ortogonales para transmitir señales de mensaje, que comprende:

(a) una primera matriz de vectores formada por una primera serie de desplazamientos cíclicos;

(b) una segunda matriz de vectores formada por una segunda serie de desplazamientos cíclicos;

(c) un vector de código ortogonal formado permutando la primera matriz de vectores;

(d) una determinación de las operaciones de permutación del párrafo (c);

(e) un vector de código cuasiortogonal formado aplicando las operaciones de permutación determinadas a la segunda matriz; y

(f) una señal de mensaje codificada para su transmisión, formada aplicando el vector de código cuasiortogonal a una señal de mensaje.

16. Un sistema de transmisión en un sistema de comunicaciones con vectores de código ortogonales para transmitir señales de mensaje, que comprende:

(a) un medio para formar una primera matriz de vectores usando una primera serie de desplazamientos cíclicos;

(b) un medio para formar una segunda matriz de vectores usando una segunda serie de desplazamientos cíclicos;

(c) un medio para permutar la primera matriz de vectores a fin de proporcionar un vector de código ortogonal a partir de la primera matriz de vectores;

(d) un medio para determinar las operaciones de permutación de la etapa (c);

(e) un medio para aplicar las operaciones de permutación determinadas a la segunda matriz a fin de proporcionar un vector de código cuasiortogonal; y

(f) un medio para aplicar el vector de código cuasiortogonal a una señal de mensaje a fin de proporcionar una señal de mensaje codificada y transmitir la señal de mensaje codificada.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de transmisión para su uso en un sistema de comunicaciones con vectores de código ortogonal para transmitir señales de mensaje, que comprende:

un medio para formar una primera matriz M’ de vectores, usando una primera serie de desplazamientos cíclicos de una secuencia-m determinada en base a un polinomio primitivo, y para extender la primera matriz M’ de vectores a fin de obtener una primera matriz extendida M;

un medio para formar una segunda matriz de vectores, usando una segunda serie de desplazamientos cíclicos de una segunda secuencia determinada en base a un periodo de una versión elevada del polinomio primitivo, y para extender la segunda matriz de vectores a fin de obtener una segunda matriz extendida;

un medio para permutar la primera matriz M extendida de vectores a fin de proporcionar un vector de código ortogonal a partir de la primera matriz M’ de vectores;

un medio para determinar las operaciones de permutación del resultado a partir del medio para permutar;

un medio para aplicar las operaciones de permutación determinadas a la segunda matriz extendida, a fin de proporcionar un vector de código cuasiortogonal; y

un medio (110) para aplicar el vector de código cuasiortogonal a una señal de mensaje a fin de proporcionar una señal de mensaje codificada y transmitir la señal de mensaje codificada.

2. El sistema de transmisión de la reivindicación 1, en el cual $n = 2^r$ es igual a la longitud del vector de código ortogonal, y estando el medio para formar una primera matriz de vectores adaptado para realizar n-1 desplazamientos cíclicos.

3. El sistema de transmisión de la reivindicación 1, en el cual el polinomio primitivo es un polinomio binario que comprende medios para elevar el polinomio binario a un polinomio cuaternario.

4. El sistema de transmisión de la reivindicación 3, que comprende un medio para formar una secuencia con el polinomio cuaternario como su polinomio característico, por lo cual la secuencia así formada es una secuencia de Familia A.

5. El sistema de transmisión de la reivindicación 4, que comprende medios para formar la segunda matriz según la secuencia de Familia A.

6. El sistema de transmisión de la reivindicación 1, que comprende:

un medio para permutar la segunda matriz de vectores a fin de proporcionar una máscara; y

un medio para aplicar la máscara a un vector de código ortogonal a fin de proporcionar el vector cuasiortogonal.

7. El sistema de transmisión de la reivindicación 6, en el cual los medios para aplicar la máscara están adaptados para aplicar la máscara a una pluralidad de vectores ortogonales, a fin de proporcionar una pluralidad de vectores cuasiortogonales.

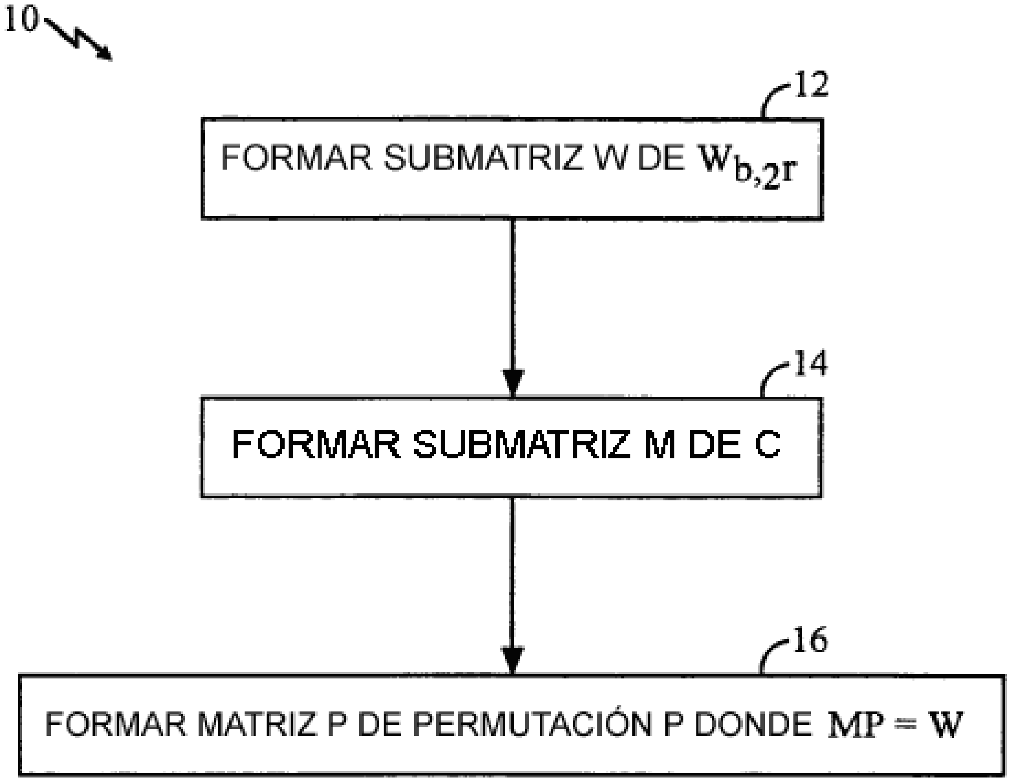
10
12
FORMAR SUBMATRIZ W DE $W_{b,2r}$
14
FORMAR SUBMATRIZ M DE C
16
FORMAR MATRIZ P DE PERMUTACIÓN P DONDE MP = W

FIG. 1

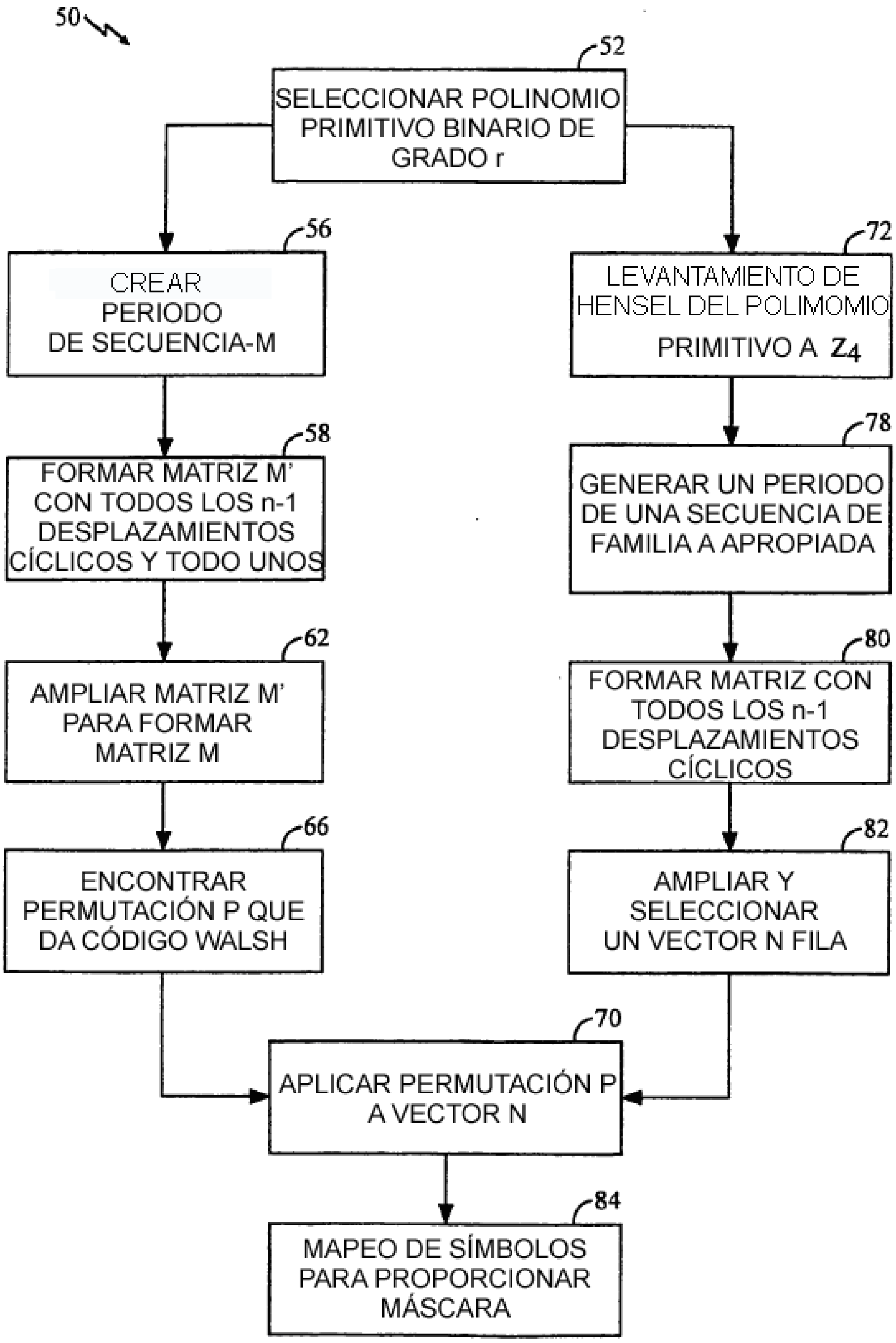
50
52
SELECCIONAR POLINOMIO PRIMITIVO BINARIO DE GRADO r
56
CREAR PERIODO DE SECUENCIA-M
58
FORMAR MATRIZ M' CON TODOS LOS n-1 DESPLAZAMIENTOS CÍCLICOS Y TODO UNOS
62
AMPLIAR MATRIZ M' PARA FORMAR MATRIZ M
66
ENCONTRAR PERMUTACIÓN P QUE DA CÓDIGO WALSH
72
LEVANTAMIENTO DE HENSEL DEL POLIMOMIO PRIMITIVO A Z4
78
GENERAR UN PERIODO DE UNA SECUENCIA DE FAMILIA A APROPIADA
80
FORMAR MATRIZ CON TODOS LOS n-1 DESPLAZAMIENTOS CÍCLICOS
82
AMPLIAR Y SELECCIONAR UN VECTOR N FILA
70
APLICAR PERMUTACIÓN P A VECTOR N
84
MAPEO DE SÍMBOLOS PARA PROPORCIONAR MÁSCARA

FIG. 2

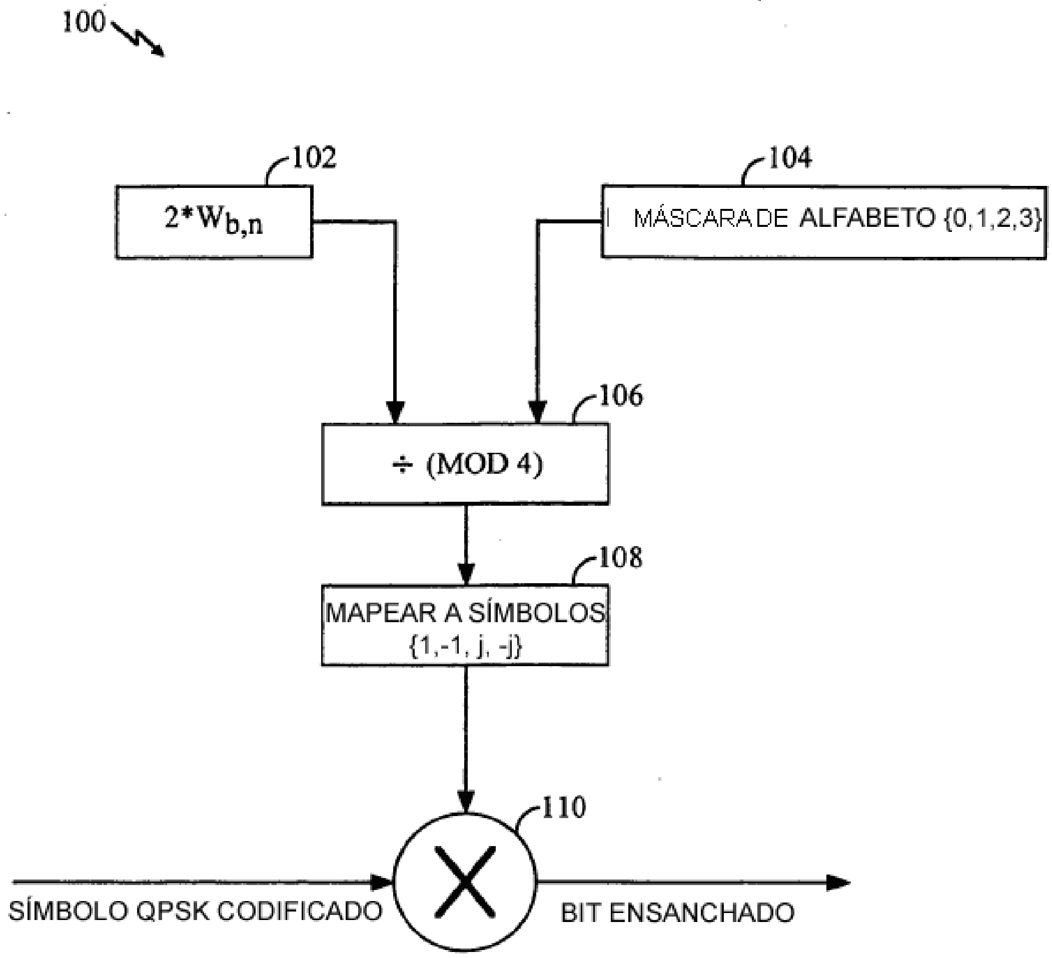
100
102
2*Wb,n
104
MÁSCARA DE ALFABETO {0,1,2,3}
106
÷ (MOD 4)
108
MAPEAR A SÍMBOLOS
{1,-1, j, -j}
110
SÍMBOLO QPSK CODIFICADO
BIT ENSANCHADO

FIG. 3