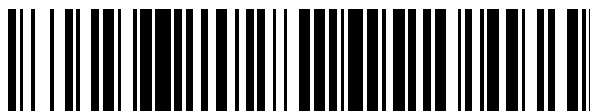


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 480**

51 Int. Cl.:

H04J 11/00 (2006.01)

H04B 1/707 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.01.2006 PCT/EP2006/050130**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.08.2006 WO06084778**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2006 E 06707696 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 1847051**

54 Título: **Secuencia de código y estación de radio**

30 Prioridad:

08.02.2005 DE 102005005696

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.04.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**MICHEL, JÜRGEN y
RAAF, BERNHARD**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 609 480 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).

SECUENCIA DE CÓDIGO Y ESTACIÓN DE RADIO

DESCRIPCIÓN

- 5 La invención se refiere tanto a secuencias de código como también a estaciones de radio, en particular estaciones móviles o estaciones base que han sido configuradas para utilizar secuencias de código.
- El rapidísimo desarrollo tecnológico en el campo de las comunicaciones móviles ha llevado en los últimos años al desarrollo y estandarización de la denominada tercera generación de sistemas de comunicaciones móviles, en particular del UMTS (Universal Mobile Telecommunications System, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles), que entre otras cosas tienen como objetivo proporcionar a los usuarios de estaciones móviles, como por ejemplo teléfonos móviles, mayores velocidades de datos.
- 10 Precisamente en los últimos meses constituye un llamado Enhanced-Up-Link (enlace ascendente mejorado) un punto focal de estas actividades de desarrollo y estandarización. Con este enlace ascendente mejorado se deben proporcionar mayores velocidades de datos para la conexión de una estación móvil a una estación de base. Para la creación o el mantenimiento de dichos enlaces ascendentes mejorados, están previstos en la estación móvil los canales de señalización E-HICH (Enhanced Up Link Dedicated Channel Hybrid ARQ Indicator Channel, canal indicador ARQ canal híbrido dedicado de enlace ascendente mejorado) y E-RGCH (Enhanced Up Link Dedicated Channel Relative Grant Channel, canal de concesión relativa de canal dedicado de enlace ascendente mejorado) en la dirección desde la estación de base hasta la estación móvil.
- 15 Con el E-HICH se señala un "ACK: Acknowledge" (acuse de recibo) o un "NACK: Not-Acknowledge" (acuse de recibo negativo) a la estación móvil, en función de si la estación de base ha recibido un paquete correctamente o no.
- 20 Con el E-RGCH se señala a la estación móvil si se le permite transmitir a una velocidad de datos más alta, igual o más baja.
- 30 Los datos, en particular bits de datos, que se envían a través de dichos canales de señalización, en particular a través del mismo canal de radio, a diferentes estaciones móviles, se separan, para la separación de abonados, con una secuencia de código, también llamada secuencia de firma.
- 35 Puesto que, por ejemplo, dentro del mismo canal de radio se envían diversos datos a diferentes estaciones móviles, es necesario aplicar diferentes secuencias de código a los diversos datos, para permitir así que las estaciones móviles separen uno de otro los datos recibidos por este canal de radio y sólo seguir procesando en una estación móvil los datos dirigidos a esa estación móvil.
- 40 Mientras que el canal de enlace ascendente mejorado se refiere a una transmisión de datos desde la estación móvil a la estación de base, describen dichos canales de señalización, E-HICH y E-RGCH, la dirección desde la estación de base a diferentes estaciones móviles.
- Ver también al respecto:
- 45 R-041421 "E-HICH / E-RGCH Signature Sequences" (secuencias de firma), Ericsson
R-041177, "Downlink Control Signaling" (señalización de control de enlace descendente), Ericsson
todos de 3GPP, Programa de colaboración de la tercera generación.
- 50 Ahora es el objetivo de los esfuerzos de desarrollo a nivel mundial proporcionar un conjunto de secuencias de código o secuencias de firma que permitan una implementación eficiente de dichos canales de señalización.
- 55 Por el documento US 6,724,741 B1 se conoce un procedimiento en el que se realiza una selección de PN Code para un sistema que utiliza CDMA síncrono tal que se tome como base una matriz formada a partir de secuencias PN Code y se reordenen las columnas de la matriz de secuencias PN Code, realizándose esto en base a un código de entremezclado.
- 60 Por lo tanto, la invención se basa en el problema de proporcionar una conclusión técnica que permita una implementación eficiente de estos canales de señalización. En particular, es un objetivo de la invención proporcionar secuencias de código que permitan una implementación eficiente de estos canales de señalización.
- 65 Este objetivo se logra mediante las características de las reivindicaciones independientes. Perfeccionamientos convenientes y ventajosos de la invención se definen mediante las propiedades de las reivindicaciones dependientes.
- La invención se basa al respecto en primer lugar en la idea de utilizar secuencias de código que son ortogonales entre sí. Esto tiene la ventaja de que un receptor (por ejemplo una estación móvil) que se

correlaciona con su secuencia de código en una secuencia de señal recibida, que no está destinada para ella, en el caso ideal no recibe ninguna señal de correlación. Por lo tanto, se comprueba en una primera etapa que es ventajosa la utilización de secuencias de código que forman las filas de una matriz de Hadamard, porque las filas de una matriz de Hadamard son ortogonales entre sí.

Las matrices de Hadamard se definen en particular como matrices con elementos de tamaño 1, cuyas filas son ortogonales entre sí y cuyas columnas son ortogonales entre sí. Pero en el marco de la solicitud el término "matriz de Hadamard" describe en general todas las matrices con elementos de tamaño 1 cuyas filas son ortogonales entre sí.

Desde luego los análisis tomados como base para la invención han dado como resultado que la utilización de filas de una matriz Hadamard como secuencias de código para aplicarlas a los datos, en particular bits de datos, no siempre da los resultados deseados en el citado caso de aplicación.

Extensas investigaciones y reflexiones llevaron al conocimiento de que la utilización de secuencias de código desfavorables origina temporalmente una mayor potencia de transmisión de la estación de base, cuando para todas las estaciones móviles en el E-HICH o en el E-RGCH se indica el mismo valor (todos ACK o bajar todas las velocidades).

La razón para ello es la siguiente: Para el E-HICH y el E-RGCH se utilizan por bits secuencias ortogonales, para mantener separadas transmisiones para distintos usuarios. Desde luego las secuencias conocidas que cumplen con las condiciones de ortogonalidad pueden formular elevadas exigencias a la potencia de punta de la estación de base, cuando por ejemplo se envíe el mismo valor al mismo tiempo a varios usuarios (participantes). Esto sucede por ejemplo cuando se envía a través de los respectivos canales E-RGCH una orden para reducir la velocidad de datos en todos los usuarios (o muchos), que se separan mediante estas secuencias.

La matriz Hadamard inicialmente propuesta para UMTS es la matriz Hadamard utilizada de manera estándar. La misma tiene la propiedad de que en la primera columna todos son unos. Puede suceder entonces que en todas (o casi todas) las estaciones móviles (abonados o estaciones de abonado) se envíe la misma señal. Sobre el E-HICH se comunica a las estaciones móviles si tienen autorización para aumentar su velocidad de datos o si deben reducirla. Si la estación de base se sobrecarga súbitamente debido a la afluencia de cantidades excesivas de datos (por ejemplo, porque por coincidencia un número relativamente grande de estaciones móviles quiere enviar datos), entonces la estación de base ordena usualmente a todas (o al menos una buena cantidad de) estaciones móviles reducir la velocidad de datos, para eliminar la sobrecarga lo más rápidamente posible. Entonces (casi) todas las secuencias (secuencias de código) se multiplican por el mismo valor, se suman por elementos y a continuación se envían (en UMTS se realiza previamente otro ensanchamiento con el factor de expansión 128, lo cual no es relevante para la invención). Esto da como resultado en la primera columna un valor muy alto de los elementos sumados, que durante la transmisión de estas sumas origina una amplitud de transmisión correspondientemente alta y una potencia de transmisión correspondientemente alta. Esta alta potencia de transmisión o suma de columna requiere amplificadores de transmisión correspondientemente potentes, pero que sólo se necesitan poco tiempo. Resultaría por lo tanto una implementación ineficiente e innecesariamente costosa.

En particular es por lo tanto un objetivo de la invención proporcionar secuencias de código que en este sentido necesiten una potencia máxima lo más baja posible. En particular el objetivo es minimizar el máximo de la potencia, ya que la potencia media es independiente de las secuencias de código elegidas.

Además se encontró que los errores de frecuencia, en particular la diferencia entre la frecuencia de transmisión y la frecuencia de recepción debida a un desplazamiento Doppler, reduce o empeora la ortogonalidad de las secuencias de código en la aplicación práctica. Esta reducción o deterioro de la ortogonalidad de secuencias de código debido a un error de frecuencia resultó ser particularmente fuerte precisamente cuando se utilizaban como secuencias de código las filas de matrices de Hadamard conocidas.

Por lo tanto, otro aspecto de la invención es el conocimiento obtenido de utilizar para realizar los canales de señalización antes citados secuencias de código cuya ortogonalidad entre sí prácticamente no se vea afectada incluso cuando existe un error de frecuencia. Por lo tanto debe especificarse también un conjunto de secuencias de código, en particular de la longitud 40, para el que las secuencias de código sean ortogonales entre sí y que el máximo de

$$E = \sum_i C(s,i)C(e,i) * e^{j2\pi f t(i)} = \sum_i C(s,i)C(e,i) * e^{j2\pi f T i}$$

sea pequeño, formándose el máximo para todos los pares posibles de s y e , donde s es distinto de e , donde $C(s, i)$ es el elemento de la matriz de código en la fila s y la columna i y realizándose la suma de todas las columnas de la matriz de código.

5 Es por lo tanto en particular un objetivo adicional de esta invención una conclusión para la formación de matrices de código que tengan tanto buenas propiedades de error de frecuencia como también sumas de columna pequeñas, por lo que en el sentido antes indicado tienen como consecuencia un máximo de potencia bajo.

10 En primer lugar, la invención tiene por objetivo proporcionar matrices de código, que cuando se utilizan las filas de una matriz de código correspondiente en el sentido antes indicado, den como resultado máximos de potencia reducidos. Además deben presentar las filas de la matriz de código cuando se utilizan como secuencias de código (secuencias de firma) buenas propiedades de ortogonalidad incluso cuando existen errores de frecuencia.

15 El primer objetivo se puede lograr multiplicando filas individuales de la matriz de Hadamard (de partida) por -1 . Multiplicar una fila significa aquí que cada elemento de esta fila se multiplica por -1 . Como resultado no cambian las propiedades de ortogonalidad. Las filas de una matriz son ortogonales cuando el producto escalar de todos los pares de filas es igual a 0. El producto escalar de una fila multiplicada por -1 es igual a -1 veces el producto escalar original y por lo tanto exactamente 0, cuando también el producto escalar original es 0. Por lo tanto, una matriz es también ortogonal cuando una o más filas se multiplican por -1 .

25 Sin embargo, las sumas de la columna se modifican claramente. Esto se ilustra aquí con el ejemplo de la matriz de Hadamard 4×4 estándar:

Z0	1	1	1	1
Z1	1	-1	1	-1
Z2	1	1	-1	-1
Z3	1	-1	-1	1
Suma	4	0	0	0
Esta matriz tiene una suma de columna en la primera columna de 4, en los demás casos 0.				

30 En comparación con ello, la matriz que se deduce de la matriz anterior multiplicando por -1 la fila Z1 (señalizada como Z1*):

Z0	1	1	1	1
Z1*	-1	1	-1	1
Z2	1	1	-1	-1
Z3	1	-1	-1	1
Suma	2	2	2	2

35 La matriz modificada tiene en todas las columnas la suma 2. Esta matriz es por lo tanto ideal para la señalización, ya que la amplitud máxima durante la transmisión se reduce en el factor 2 (de 4 a 2). La potencia de transmisión se reduce así en el factor 4 ó en 6 dB. El hecho de que esta reducción de la potencia de transmisión se produce con más frecuencia, no es un inconveniente: El emisor debe diseñarse en todos los casos para la máxima potencia, siendo pues irrelevante con qué frecuencia se tiene esta potencia. Sólo para el enfriamiento es relevante adicionalmente la potencia media. Pero esta potencia media es la misma en ambas matrices. Debido a la conservación de la energía, la misma es igual a la suma de las potencias medias de todas las filas. Puesto que las filas están normalizadas a 1 (o puede suponerse, sin limitar la generalidad, que están normalizadas a 1), la potencia media es, por lo tanto, $4 = 2^2$. La energía (normalizada) emitida es 4 filas por 4 columnas por 1 = 16. Así, la suma de los cuadrados de las sumas de columna es siempre igual a la suma de los cuadrados de los elementos de la matriz, en este caso igual a 16.

45 Esto demuestra que la matriz modificada tiene las propiedades óptimas de sumas de columna para todas las matrices del tamaño 4.

50 Por lo tanto, un objetivo de esta invención, también para matrices de tamaño 40, es determinar aquéllas con buenas sumas de columna, o con más exactitud el máximo de las sumas de columna debe ser pequeño, en particular ser mínimo

55 Para ello se realizaron prolijas búsquedas apoyadas por ordenador. El problema aquí es que hay 2^{40} formas de multiplicar una selección de las 40 filas de la matriz por -1 . Ello equivale a multiplicar todas las filas por el valor -1 ó 1 . Para cada selección se debe realizar para 40 columnas 40 multiplicaciones y adiciones, un total de aproximadamente $3,5 \cdot 10^{15}$ operaciones. Esto no lo pueden realizar ni las

estaciones de trabajo (workstations) potentes actuales en un corto período de tiempo. Por lo tanto, se implementaron varias optimizaciones de la búsqueda por ordenador para llevar el tiempo de búsqueda a un límite tolerable.

- 5 Al respecto se comprobó sorprendentemente que las mejores soluciones son tales que resultaban 20 sumas de columna con el valor 8 y 20 sumas de columna con el valor 4. Por lo tanto a diferencia del ejemplo de la matriz 4x4, no se logra una solución perfectamente equilibrada. Esto tampoco puede ser: La suma de los cuadrados de la matriz 40x40 es $40 * 40 * 1 = 1600$. Esto también tendría que ser la suma de los cuadrados de las sumas de columna de tal solución, con lo que el valor de las sumas de columna sería entonces igual a la raíz cuadrada de $1600/40$: $\sqrt{1600/40} = \sqrt{40} = 6,3245$. Pero puesto que los elementos de las columnas tienen todo el valor +1 o -1, la suma no puede ser impar. Puesto que el cambio de signo de un elemento cambia la suma de la columna siempre en 2 (-1 en lugar de +1) y dado que la matriz original sólo contiene sumas pares de las columnas, cualquier otra matriz que se deduce de la matriz original multiplicando las filas por -1 sólo puede tener sumas de columna pares. Además, el análisis de la búsqueda por ordenador ha dado como resultado que no hay soluciones en las que la suma de la columna 8 se produzca menos de 20 veces, aunque éste podría ser perfectamente el caso según el criterio de la suma de cuadrados. Por ejemplo, se podría esperar una solución que contiene 18 veces 8, 6 veces 6, 14 veces 4 y 2 veces 2 como suma de columna, ya que $18 * 8 * 8 + 6 * 6 * 6 + 14 * 4 * 4 + 2 * 2 * 2 = 1600$. Pero como resultado de la búsqueda por ordenador, no existe tal solución u otra solución con un número menor de columnas con la suma 8.

A continuación se describe la construcción de una matriz Hadamard de Williamson como (matriz Hadamardmatrix) de partida:

- 25 Generación de una matriz de Hadamard C20 de la longitud 20 como una llamada matriz de Williamson, que se puede generar como:

$$C_{20} = \begin{bmatrix} A & A & C & D \\ -C & -D & A & A \\ -A & A & D & -C \\ -D & C & -A & A \end{bmatrix} \quad \text{o también como:} \quad C'_{20} = \begin{bmatrix} -A & -A & D & C \\ A & -A & -C & D \\ -D & C & -A & A \\ -C & -D & -A & -A \end{bmatrix}$$

- 30 donde A y C son en cada caso matrices 5 por 5 con filas que se componen de las permutaciones cíclicas de las secuencias [-1 1 1 1 1] o [1 -1 1 1 -1] y D = 2I-C donde I es la matriz unitaria 5 por 5, por lo que D contiene las permutaciones cíclicas de la secuencia [1 1 -1 -1 1].

- 35 Generalmente está compuesta una matriz de Williamson en el sentido de esta invención por bloques de matrices elementales, conteniendo las matrices elementales filas con permutación cíclica.

La matriz de Williamson es pues la siguiente matriz, en la que se destacan los distintos quintos bloques:

-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1
1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1
1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1
1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1
-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1
1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1
-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1
-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1
1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1
1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1
-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	-1	1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1
1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1
1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1
-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1

- 40 Otra posibilidad para generar una matriz de Williamson es la especificación de construcción:

$$C'_{20} = \begin{bmatrix} -A & -A & D & C \\ A & -A & -C & D \\ -D & C & -A & A \\ -C & -D & -A & -A \end{bmatrix}$$

Esto conduce a la siguiente matriz C'_{20} , a partir de la cual puede crearse igualmente según la ley de formación una matriz 40 * 40:

5

1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1
-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1
-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1
1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
1	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1
1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1
1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1
1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	1
-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1
1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1
1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1
1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1
-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

A partir de estas dos matrices se forma a continuación según la construcción estándar una matriz de Hadamard de la longitud 40:

10

$$C_{40} = \begin{bmatrix} C_{20} & C_{20} \\ C_{20} & -C_{20} \end{bmatrix}$$

o bien

$$C'_{40} = \begin{bmatrix} C'_{20} & C'_{20} \\ C'_{20} & -C'_{20} \end{bmatrix}$$

15

Aquí la suma de las columnas ya no es 40, como en la matriz inicialmente propuesta, sino sólo 12. Esto representa una mejora significativa. Se conocen además por la bibliografía otras matrices de Hadamard con otros requisitos de construcción, pero que tampoco tienen mejores propiedades.

20

Como puede verse por la construcción de las matrices Hadamard de Williamson, la matriz está compuesta por bloques de matrices 5x5, siendo las permutaciones cíclicas de secuencias con 5 elementos. Ahora es deseable mantener esta característica y sin embargo conseguir una optimización de las sumas de columna. Esta característica de estar constituida a partir de bloques cíclicos, puede obtenerse si las multiplicaciones por -1 se aplican siempre también a dichos bloques.

25

La existencia de soluciones resulta posible gracias a las siguientes propiedades de las matrices cíclicas 5x5: Puesto que todas las 5 filas y todas las 5 columnas de estas matrices son permutaciones cíclicas, todas las columnas de estas matrices tienen la misma suma de columna, ya que la suma no varía en permutaciones cíclicas. Las matrices de bloque individuales tienen las siguientes sumas de columna:

30

Matriz 5x5	A	C	D
Suma de columna	-3	1	1

Multiplicando ahora en cada caso bloques enteros de filas por -1 (es decir, siempre las 5 filas consecutivas que pertenecen a los bloques A, C y D, respectivamente), se mantiene esta estructura de bloques. Llamaremos a esta operación en lo que sigue "multiplicar un bloque de filas por -1". El problema se puede reducir entonces al siguiente problema, más fácil de resolver:

35

-3	-3	1	1	-3	-3	1	1
3	-3	-1	1	3	-3	-1	1
-1	1	-3	3	-1	1	-3	3
-1	-1	-3	-3	-1	-1	-3	-3
-3	-3	1	1	3	3	-1	-1
3	-3	-1	1	-3	3	1	-1
-1	1	-3	3	1	-1	3	-3
-1	-1	-3	-3	1	1	3	3
-4	-12	-12	4	0	0	0	0

- 5 Esta tabla muestra en las primeras 8 columnas una matriz de la suma de las columnas del bloque. Las sumas totales de columna son entonces los totales de las sumas de columna del bloque, dado el caso multiplicados por -1, cuando un bloque de filas se ha multiplicado por -1. En la última fila de la tabla se registran las sumas de columna, que resultan si no se multiplica ningún bloque de filas por -1.

- 10 Aquí, sólo hay $2^8 = 256$ posibilidades distintas de multiplicar las 8 filas por +1 ó -1, todas las cuales pueden analizarse fácilmente incluso a mano. Obviamente no varían los valores de las sumas de columna si todos los elementos de la matriz, ya sea con todas las filas o todos los bloques, se multiplican por -1. Esto puede aprovecharse, por lo que puede suponerse, sin pérdida de generalidad, que el último bloque no se multiplica por -1.

- 15 Ahora hay 32 soluciones, que se listan en la siguiente tabla. En las columnas se encuentran aquí los valores por los que deben multiplicarse los respectivos bloques de filas. La primera columna (izquierda) representa entonces el primer (el de más arriba) bloque de fila. En la última columna se representa un índice. Si lo lees uno como un número binario, entonces corresponden las posiciones con un 1 a los bloques de fila que se multiplican por -1.

- 20 Index = índice

									Index
-1	1	-1	1	1	1	1	1	1	5
1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	6
-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	9
1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	11
1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	21
-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	1	23
1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	24
-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	27
1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	36
-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	39
1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	41
-1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	43
-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	53
1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	54
-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	57
1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	58
-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	65
1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	66
-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	77
1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	78
1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	80
-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	83
1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	92
-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	95
1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	96
-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	99
1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	118
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	111
-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	113
1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	114
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	125
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	126

Las soluciones con los índices 6, 24 y 96 se caracterizan además porque sólo tienen que multiplicarse dos bloques de fila por -1 y porque estos bloques de fila también son adyacentes. Entonces sólo tiene que multiplicarse por -1 un bloque de 10 filas. Para la solución con el índice 6, por ejemplo, deben multiplicarse las filas 5 a 14 por -1 (en este caso se aplica la convención de que las filas de la matriz se numeran correlativamente de 0 a 39).

Las optimizaciones presentadas hasta ahora tienen como objetivo optimizar la matriz para el caso de que en realidad se utilicen todas las filas, es decir, cuando existe el número máximo de enlaces que se puede conseguir mediante la aplicación de las secuencias de ensanchamiento de la matriz. Pero a menudo un sistema no está funcionando a plena capacidad. En ese caso sólo se utiliza realmente un subconjunto de las filas, de modo que también sólo las sumas de columna de estas filas utilizadas son relevantes. Ahora se pueden incluso optimizar las matrices en el sentido de que también en una matriz utilizada sólo en parte el máximo de las sumas de columna sea tan pequeño como sea posible. Además de multiplicaciones de filas por -1, también se pueden permutar filas para encontrar una solución de este tipo. Pero las permutaciones de filas no tienen que ser consideradas necesariamente al definir la matriz: Las permutaciones de filas significan que a los enlaces se asocian las filas en otra secuencia. Esta asignación de las filas a enlaces individuales y en particular la elección de las filas que se utilizan para un determinado grado de ocupación del sistema puede no obstante elegirse libremente sin más en la configuración de los enlaces por parte de la red.

Señalemos que las multiplicaciones de filas por -1 tienen una influencia sobre las sumas de columna, pero que hay además otras operaciones que no tienen influencia alguna al respecto y que tampoco perjudican las características de ortogonalidad. Por lo tanto, puede transformarse una matriz de código de acuerdo con la invención con estas operaciones en otras diversas matrices, que también tienen las propiedades de la invención. Tales operaciones incluyen:

- permutación de filas de la matriz
- permutación de columnas de la matriz
- inversión de la secuencia de las columnas o filas de toda la matriz
- multiplicación de una selección de columnas por el valor constante -1, etc.

Por esta razón se encuentran evidentemente también en el marco de la invención matrices de código que se deducen, aplicando una o más de tales operaciones, de matrices de código de acuerdo con la invención y su utilización según la invención.

Estas operaciones se pueden aplicar en particular para optimizar otras propiedades de las matrices. Dado que las permutaciones de columnas no afectan a la distribución de las sumas de columna, también se puede mejorar para estas matrices optimizadas para errores de frecuencia, mediante la multiplicación de las mismas filas por -1, como para la matriz no optimizada para errores de frecuencia, la distribución de las sumas de columna. Por lo tanto, pueden combinarse entre sí ambas optimizaciones.

Costosas simulaciones elaboradas con herramientas de simulación creadas específicamente para este fin mostraron que las secuencias de código que se describen mediante las filas de una matriz de código así optimizada, conservan su ortogonalidad entre sí lo mejor posible, incluso cuando hay un error de frecuencia y por lo tanto permiten a las estaciones móviles una buena posibilidad de separación de señales que se basan en un ensanchamiento con tales secuencias de código. Mediante esta optimización se obtiene por ejemplo la siguiente matriz optimizada.

Resultó especialmente adecuada la siguiente matriz de código, que está optimizada tanto en cuanto a propiedades de ortogonalidad en errores de frecuencia como también en cuanto al criterio de sumas de columna (véase más arriba):

[illegible]

Esta matriz de código tiene para un error de frecuencia de 200 Hz correlaciones secundarias máximas de 2,7 frente a un valor de 8,3 que se alcanza cuando se usa una matriz de código convencional. Esto significa una supresión para la recepción de transmisiones para otras estaciones móviles de aproximadamente 9,5 dB. La correlación secundaria máxima se obtiene mediante el/los los peor/es par/es de secuencias (pares de secuencias de código) de la matriz de código, correspondiendo una secuencia a una fila de la matriz de código. Denominando los elementos de la matriz $x(i, k)$, donde i es el índice de la fila y k es el índice de la columna, se calculan entonces los valores de la correlación secundaria NC de dos filas (secuencias de código) a y b ($a \neq b$) mediante su producto escalar, teniendo en cuenta el error de frecuencia como sigue:

$$NC(a, b) = \text{abs} \left(\sum x(a, k) x(b, k) \exp(j * 2 * \pi * k * T * f) \right) k$$

Si se utilizan como secuencias de código para la separación de datos a transmitir filas de esta matriz de código, se garantiza que los datos transmitidos, incluso cuando existe un error de frecuencia en el lado de recepción, pueden separarse especialmente bien. Esto es así en particular cuando los datos se envían a través de los canales de señalización antes citados desde una estación de base a diversas estaciones móviles.

En el contexto de la invención están, por supuesto, también estaciones de radio, en particular estaciones de base y estaciones móviles, que están equipadas adecuadamente para utilizar secuencias de código de acuerdo con la invención, en particular para la implementación y/o transmisión de los canales de señalización antes mencionados. Entonces pueden multiplicarse (ensancharse) los bits de datos a transmitir a través de estos canales de señalización en el lado emisor, para una mejor posibilidad de separación, por las secuencias de código de acuerdo con la invención. En el lado de recepción, puede el receptor, para una mejor separación de las señales recibidas, correlar una secuencia de códigos de acuerdo con la invención con las señales recibidas, es decir, formar sumas de correlación y luego procesarlas correspondientemente. La formación de las sumas de correlación se efectúa, por ejemplo, como se describe posteriormente, calculando la señal de recepción E. Una posibilidad de procesamiento adicional es entonces por ejemplo comparar la intensidad de la señal con un umbral. Si se sobrepasa el mismo, el receptor sabe que se ha recibido la secuencia que se le ha asignado (secuencia de código) y evalúa la información. En el ejemplo del canal UMTS E-HICH, el contenido de la información de la señal

recibida es un ACK o NACK de la estación de base a la estación móvil, en respuesta a un paquete de datos transmitido desde la estación móvil a la estación de base sobre el E-DCH. La información ACK y/o NACK puede señalizarse mediante el signo de la señal recibida E.

5 A continuación se describen con más detalle ejemplos de realización de la invención en base a figuras. Al respecto muestran:

figura 1 una representación simplificada de un enlace ascendente (up-link) y descendente (down-link);

figura 2 una matriz de código;

10 figura 3 un resultado de simulación.

La figura 1 muestra dos canales de datos (enhanced uplink, ascendentes mejorados) EU0 y EU1 de dos estaciones móviles MS0 y MS1 a una estación de base BS de un sistema UMTS.

15 Para crear o mantener uno de dichos enlaces ascendentes mejorados (enhanced-up-links), están previstos los canales de señalización E-HICH0 y E-HICH1 (Enhanced Up Link Dedicated Channel Hybrid ARQ Indicator Channel, canal indicador ARQ canal híbrido dedicado de enlace ascendente mejorado) y E-RGCH0 y E-RGCH1 (Enhanced Up Link Dedicated Channel Relative Grant Channel, canal de concesión relativa de canal dedicado de enlace ascendente mejorado) en la dirección desde la estación de base BS a las estaciones móviles MS0, MS1.

20 Para hacer que los canales de señalización realizados desde la estación de base BS a las estaciones móviles MS0, MS1 dentro de un canal de radio (mismo recurso de tiempo y de frecuencia) puedan separarse en el lado de recepción para las diversas estaciones móviles MS0, MS1, se aplican a los bits de datos a transmitir a través de estos canales de señalización, en el lado de transmisión (lado de la estación de base), diversas secuencias de código.

30 Las estaciones de radio (estaciones móviles, estaciones de base) están equipadas en términos de hardware, por ejemplo mediante equipos receptores y/o transmisores adecuados o mediante equipos procesadores adecuados y/o en términos de software tal que para transmitir datos se utilizan secuencias de código de acuerdo con la invención, en particular datos a transmitir se multiplican por una secuencia de código de acuerdo con la invención (se ensanchan) o se correlacionan señales recibidas con una secuencia de código de acuerdo con la invención.

35 Además del ensanchamiento con las secuencias de código descritas, puede realizarse todavía un ensanchamiento adicional con las llamadas secuencias OVFS (Orthogonal Variable Spreading Factor, factor de ensanchamiento ortogonal variable), ya que el UMTS es un sistema CDMA. Pero este ensanchamiento tiene lugar sólo a nivel de símbolos, es decir, en un intervalo de tiempo muy corto, con lo que este ensanchamiento tiene sólo una influencia despreciable en las características de error de frecuencia y por lo tanto en este punto sólo se cita para completar el cuadro.

40 Por ejemplo, supongamos que presenta una estación de base un equipo emisor para transmitir datos a diversos abonados y un equipo procesador, que está configurado de tal manera que se aplican secuencias distintas de código a datos dirigidos a diversos abonados, tomándose las secuencias de código de una matriz de códigos que puede obtenerse mediante los siguientes pasos:

- formar una matriz de Hadamard de longitud n;
- multiplicar filas de la matriz de Hadamard por -1;
- permutar columnas de la matriz de Hadamard.

50 Por ejemplo, dispone una estación móvil de un equipo de recepción para recibir una secuencia de señales de recepción y un equipo procesador que está configurado de tal manera que la secuencia de señales de recepción está correlacionada de acuerdo con una de las secuencias de código antes citadas.

55 Para mejorar la posibilidad de separación deben ser estas secuencias de código ortogonales entre sí. Esto significa que un receptor (por ejemplo, una estación móvil) que correlaciona en una fila (secuencia de código), no recibe ninguna señal cuando se ha enviado una fila diferente (secuencia de código):

60 La señal recibida E es entonces, cuando el transmisor envía la secuencia (secuencia de código) s y el receptor correlaciona a la secuencia (código de secuencia) e:

$$E = \sum_i C(s,i)C(e,i) = 0,$$

representando C (s, i) el i-ésimo elemento de la secuencia de código utilizada en el lado de transmisión y representando C (e, i) el i-ésimo elemento de la secuencia de código utilizada en el lado receptor.

65 De este modo (puesto que las filas de la matriz de Hadamard utilizada para las secuencias de código son ortogonales entre sí) no interfieren las transmisiones para otros usuarios basándose en la secuencia de

códigos con las transmisiones para un usuario predeterminado, que espera datos sobre la base de la secuencia de código e. No obstante, esta ortogonalidad perfecta se pierde cuando las señales tienen un error de frecuencia. Entonces es:

$$E = \sum_i C(s,i)C(e,i) * e^{j2\pi f t(i)} = \sum_i C(s,i)C(e,i) * e^{j2\pi f T i} \neq 0$$

Aquí f designa el valor del error de frecuencia, t(i) = Ti es el tiempo en el que se transmite el i-ésimo bit, T es la duración de un bit. Como es común en el procesamiento de señales, el cálculo es usualmente complejo. Aquí, se supone que el i-ésimo símbolo en el momento T se envía i veces. Este es el caso, estrictamente hablando, sólo si los bits se transmiten en serie uno tras otro. También es posible por ejemplo que dos bits se transmitan en paralelo al mismo tiempo, por ejemplo aplicando un método de multiplexado denominado I-Q, es decir, en una señal de transmisión compleja se transmite un bit como parte real y el otro como parte imaginaria. En este caso, se transmiten en cada caso dos bits al mismo tiempo, con lo que es t(i) = (int(i/2) * 2 + 0,5) * T. int() designa aquí la parte entera. Pero la diferencia entre estos dos casos es sólo 0,5T y es despreciable en general, por lo que no entraremos a continuación en esta pequeñez. Una formulación equivalente es que se envían los dos bits i e i + 1 del símbolo (i/2) en el instante i*T. La diferencia entre las dos nomenclaturas es simplemente un desplazamiento de 0,5 * T. Pero este desplazamiento es irrelevante y sólo desplazaría la transmisión de todos los símbolos, pero el problema es invariante con respecto a un desplazamiento en el tiempo.

De este modo, las transmisiones se influyen entre sí, es decir, cuando se transmiten datos a una estación móvil en base a la secuencia de códigos s, esto perturba la recepción en la estación móvil, que espera datos basados en la secuencia de código e.

Esta interferencia se mantiene reducida mediante la presente invención.

Sería óptimo si se pudiesen encontrar bloques (matrices de código) de secuencias ortogonales (secuencias de código) que incluso en presencia de error de frecuencia tuviesen buenas propiedades. En particular, la influencia antes mencionada para el peor par de secuencias debería ser mínima en el peor de los casos. Por lo tanto, el objetivo de la invención es también proporcionar un procedimiento para generar dichas secuencias y la utilización de estas secuencias con fines de transmisión.

Las matrices cuadradas con n filas ortogonales se denominan también matrices de Hadamard. La siguiente ley de formación para construir una matriz de Hadamard de longitud 2n a partir de una matriz de longitud n, es en general conocida y ampliamente empleada:

$$C_{2n} = \begin{bmatrix} C_n & C_n \\ C_n & -C_n \end{bmatrix}$$

Partiendo de la matriz de Hadamard H2 de la longitud 2, pueden generarse así matrices cuya longitud es una potencia de dos:

$$H_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Además se conocen matrices de Hadamard de longitud 20, a partir de las que mediante esta regla pueden generarse matrices de longitud 40, 80, 160...

En la figura 3 se muestra la distribución de las correlaciones cuando hay errores de frecuencia, según el estado de la técnica (UMTS) y el procedimiento presentado con la permutación de columnas mejorada antes mostrada (opt) (agrupación de columnas pares e impares). Como error de frecuencia se tomó 200 Hz. En el eje y se representa el valor de las correlaciones cruzadas, ordenadas por tamaño. Por lo tanto, el eje x corresponde al número del par para el que se calculó la correlación cruzada, asignándose este número a un par tal que los pares están clasificados de acuerdo con la magnitud de su correlación cruzada.

Como se muestra en la figura 3, la distribución (ann.) de las sumas de correlación cuando se utiliza una tal matriz de código optimizada, como se muestra en la figura 2 (véase también la reivindicación 3) es ahora bastante equilibrada y en particular no contiene ningún pico en el máximo. La distribución se aproxima al perfil teórico ideal (Theo.), en el que todas las líneas secundarias tendrían el mismo valor. En este caso, cada suma de correlación tendría el valor 1,53. Pero este caso ideal prácticamente no puede lograrse, debido al gran número de pares de correlación teóricamente posibles. No obstante, mediante la optimización se puede alcanzar un valor que para la aplicación práctica es muy cercano a este valor.

Como puede verse, se forman según el estado de la técnica 40 líneas secundarias con un valor mayor que 8. Después de la mejora es el máximo sólo aproximadamente 6 y además se alcanza rara vez.

5 Se puede ver que la suma de los cuadrados de todas las líneas secundarias es constante. Si por lo tanto se reducen los máximos, aumentan forzosamente los valores en líneas secundarias más pequeñas. Sin embargo, son sustancialmente los máximos los que determinan la potencia del sistema. Esto se debe a que se produce un error exactamente cuando se falsea un valor recibido por la interferencia de la correlación cruzada. Esto es causado principalmente por los grandes máximos secundarios y menos por los pequeños. Por lo tanto, la elevación de las líneas secundarias más pequeñas (correlaciones cruzadas) no sólo es inevitable, sino que tampoco perjudica.

10

[illegible]

puediendo multiplicarse una o varias filas de la matriz por -1 .

6. Estación de radio según la reivindicación 5, en la que la estación de radio está configurada como una estación de abonado, en particular como una estación móvil.
7. Procedimiento para transmitir datos desde una estación de radio a diversas estaciones de abonado, en el que a los datos que están dirigidos a diversas estaciones de radio se les aplican diversas secuencias de código y en el que las secuencias de código se toman de la matriz de código

[illegible]

y en el que una o varias filas de la matriz pueden multiplicarse por -1 .

FIG 1

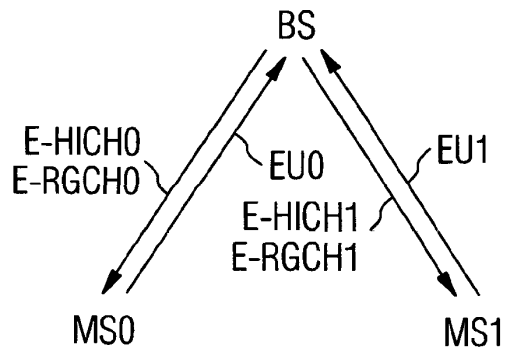
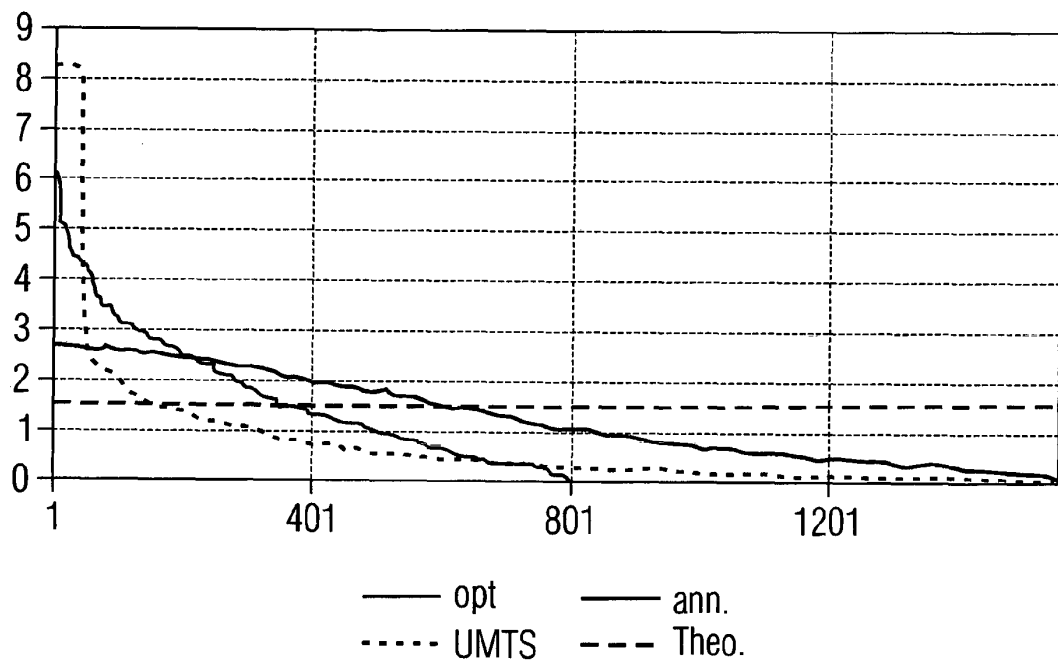


FIG 3



[illegible]