

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 282**

51 Int. Cl.:

H03M 7/42

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2006** **E 06706905 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013** **EP 1869775**

54 Título: **Codificación de entropía con libros de código compactos**

30 Prioridad:

14.10.2005 US 251485
13.04.2005 US 670993 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.12.2013

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)**
Hansastraße 27c
80686 München, DE

72 Inventor/es:

SPERSCHNEIDER, RALPH;
HERRE, JÜRGEN;
LINZMEIER, KARSTEN y
HILPERT, JOHANNES

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 433 282 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

Codificación de entropía con libros de código compactos.

Antecedentes de la invención

[0001] La presente invención se refiere a codificación/descodificación de valores de información y en particular a codificación de entropía, que utiliza libros de códigos compactos para generar un código eficiente.

Antecedentes de la Invención y Técnica Previa

[0002] En los últimos tiempos, la técnica de reproducción de audio de múltiples canales se está volviendo cada vez más importante. Esto puede deberse al hecho de que técnicas de compresión/codificación de audio tales como la técnica mp3 bien conocida, han hecho posible distribuir grabaciones de audio por Internet u otros canales de transmisión que tienen un ancho de banda limitado. La técnica de codificación mp3 se ha vuelto tan famosa debido al hecho de que permite distribución de todos los registros en un formato estéreo, es decir una representación digital del registro de audio incluyendo un primer canal de estéreo o izquierdo y un segundo canal de estéreo o derecho.

[0003] Sin embargo, hay desventajas básicas de los sistemas de sonido de dos canales convencionales. Por lo tanto, se ha desarrollado la técnica de expansión de imagen espacial de audio a dos o tres dimensiones. Una representación de expansión de imagen espacial de audio a o tres dimensiones de múltiples canales recomendada incluye, además de los dos canales en estéreo L y R, un canal central adicional C y dos canales de expansión de imagen espacial Ls, Rs. Este formato de sonido de referencia también es referido como estéreo tres/dos, que significa tres canales frontales y dos canales de expansión de imagen espacial. En general, se requieren cinco canales de transmisión. En un ambiente de reproducción, se requieren al menos cinco bocinas en cinco sitios decentes para obtener un punto ideal u óptimo a una cierta distancia de las cinco bocinas bien colocadas.

[0004] Se conocen varias técnicas en la especialidad para reducir la cantidad de datos requeridos para transmisión de una señal de audio de múltiples canales. Estas técnicas se denominan técnicas estéreo conjuntas. Para este objetivo, se hace referencia a la Figura 9, que muestra un dispositivo de estéreo conjunto 60. Este dispositivo puede ser un dispositivo que implementa por ejemplo estéreo de intensidad (IS = intensity stereo) o codificación de datos binaural (BCC = binaural cue coding). Dicho dispositivo en general recibe como alimentación al menos dos canales (CH1, CH2, ... CHn), y envía de salida al menos a un solo canal portador y datos paramétricos. Los datos paramétricos se definen de manera tal que, en un descodificador, puede calcularse una aproximación de un canal original (CH1, CH2, ... CHn).

[0005] Normalmente, el canal portador incluirá muestras de sub-banda, coeficientes espectrales, muestras de dominio de tiempo, etc., que proporcionan una representación comparativamente fina de la señal subyacente, mientras que los datos paramétricos no incluye estas muestras de coeficientes espectrales pero incluyen parámetros de control para un cierto algoritmo de reconstrucción tal como ponderación por multiplicación, desplazamiento de tiempo, desplazamiento de frecuencia, desplazamiento de fase, etc. Los datos paramétricos por lo tanto incluyen sólo una representación comparativamente tosca de la señal o el canal asociado. Dicho en números, la cantidad de datos requeridos por un canal portador estará el rango de 60 – 70 kbit/s, mientras que la cantidad de datos requeridos por la información de lado paramétricos para un canal típicamente estará el rango de 1,5 – 2,5 kbit/s. Un ejemplo de datos paramétricos son los factores de escala bien conocidos, información de intensidad estéreo o parámetros de datos binaurales como se describirá a continuación.

[0006] La técnica BCC por ejemplo se describe en el documento de la convención AES 5574 "Binaural Cue Coding applied to Stereo and Multi-Channel Audio Compression", C. Faller, F. Baumgarte, Mayo 2002, Munich, en el documento IEEE WASPAA Paper "Efficient representation of spatial audio using perceptual parametrization", octubre 2001, Mohonk, NY, en "Binaural cue coding applied to audio compression with flexible rendering", C. Faller y F. Baumgarte, AES 113th Convention, Los Angeles, Pre-impresión 5686, octubre 2002 y en "Binaural cue coding – Part II: Schemes and applications", C. Faller y F. Baumgarte, IEEE Trans. on Speech and Audio Proc., volume level. 11, no 6, nov. 2003.

[0007] En codificación BCC, una cantidad de canales de alimentación de audio se convierten a una representación espectral utilizando una transformadora basada en transformado Fourier discreta (DFT = Discrete Fourier Transform) con ventanas superpuestas. El espectro uniforme resultante se divide en dos separaciones no superpuestas. Cada separación aproximadamente tienen un ancho de banda proporcional al ancho de banda rectangular equivalente (ERB = equivalent rectangular bandwidth). Los parámetros BCC se estiman entonces entre dos canales por cada separación. Estos parámetros BCC normalmente están dados para cada canal respecto a un canal de referencia y además se cuantifican. Los parámetros transmitidos finalmente se calculan de acuerdo con las fórmulas predeterminadas (codificadas), que también pueden depender de separaciones específicas de la señal a procesar.

[0008] Una cantidad de parámetros BCC existen. El parámetro ICLD, por ejemplo describe la diferencia (proporción) de las energías contenidas en 2 canales comparados. El parámetro coherencia/correlación entre canales (ICC = inter-channel coherence/correlation) describe la correlación entre los dos canales, que puede comprenderse como la similitud de las formas de onda de los canales. El parámetro diferencia de tiempo entre canales (ICTD = inter-

channel time difference) describe un desplazamiento de tiempo global entre los dos canales mientras que el parámetro diferencia de fase entre canales (IPD = inter-channel phase difference) describe lo mismo respecto a las fases de las señales.

- 5 **[0009]** Se deberá estar al tanto de que, en un procesamiento a manera de cuadros de una señal de audio, el análisis BCC también se realiza a manera de cuadros, es decir variando en tiempo y también variando a manera de frecuencia. Esto significa que, para cada banda espectral, los parámetros BCC se obtienen individualmente. Esto además significa que, en el caso de que un banco de filtros de audio descompone la señal de alimentación por ejemplo en 32 señales de paso de banda, un bloque de análisis BCC obtiene un conjunto de parámetros BCC para cada una de las 32 bandas.
- 10 **[0010]** Una técnica relacionada, también conocida como estéreo paramétrico se describe en J. Breebaart, S. van de Par, A. Kohlrausch, E. Schuijers, "High-Quality Parametric Spatial Audio Coding at Low Bitrates", AES 116th Convention, Berlin, Preimpresión 6072, mayo 2004, y en E. Schuijers, J. Breebaart, H. Purnhagen, J. Engdegard, "Low Complexity Parametric Stereo Coding", AES 116th Convention, Berlin, Preimpresión 6073, mayo 2004.
- 15 **[0011]** En resumen, recientes enfoques para codificación paramétrica de señales de audio de múltiples canales ("Spatial Audio Coding", "Binaural Cue Coding" (BCC) etc.) representa una señal grado de múltiples canales mediante una señal para pasar de un formato de más a menos canales (puede ser monofónica o comprende varios canales) e información lateral paramétrica ("datos espaciales") que caracterizan su ámbito de sonido espacial percibido. Es conveniente el mantener la proporción de información lateral lo más bajo posible a fin de minimizar la información general y dejar la mayor capacidad de transmisión disponible para la codificación de las señales para
- 20 pasar de un formato de más a menos canales.
- [0012]** Una forma de mantener la velocidad de bits baja en la información lateral es codificar sin pérdidas la información lateral de un esquema de audio aplicando por ejemplo algoritmos de codificación de entropía a la información lateral.
- 25 **[0013]** La codificación sin pérdidas se ha aplicado extensamente en codificación de audio general a fin de asegurar una representación compacta óptima para coeficientes espectrales cuantificados y otra información lateral. Ejemplos para esquemas y procedimientos de codificación apropiados se dan dentro de las normas ISO/IEC MPEG1 parte 3, MPEG2 parte 7 y MPEG4 parte 3.
- 30 **[0014]** Estas normas y por ejemplo también el documento de IEEE "Noiseless Coding of Quantized Spectral Coefficients in MPEG-2 Advanced Audio Coding", S. R. Quackenbush, J. D. Johnston, IEEE WASPAA, Mohonk, NY, octubre 1997 describe las técnicas de la especialidad que incluyen las siguientes medidas para codificar sin pérdidas parámetros cuantificados:
- Codificación Huffman Multi-dimensional de coeficientes espectrales cuantificados.
 - Utilizando un libro de códigos Huffman común (multidimensional) para conjuntos de coeficientes.
 - Codificar el valor ya sea como un todo o codificar información de signo e información de magnitud por separado (es decir tener sólo entradas de libro de códigos Huffman para un valor absoluto dado que reduce el tamaño del libro de códigos necesario, libros de código "firmados" contra "sin firma").
 - Utilizar libros de código alternos de diferentes valores absolutos más grandes (LAVs = largest absolute values) es decir diferentes valores absolutos máximos dentro de los parámetros a codificar.
 - Utilizando libros de códigos alternos de diferente distribución estadística para cada LAV.
 - Transmitir la selección del libro de códigos de Huffman como información lateral al decodificador.
 - Utilizar "secciones" para definir el rango de aplicación de cada libro de códigos Huffman selecto.
 - Codificación diferencial de factores de escala sobre frecuencia y subsecuente codificación Huffman del resultado.
- 35
- 40
- 45
- [0015]** Otra técnica para la codificación sin pérdida de datos de valores cuantificados en forma gruesa en un solo código PCM, se propone dentro de la norma de audio MPG1 (denominada agrupamiento dentro de la norma y utilizada para capa 2). Esto se explica con más detalle dentro de la norma ISO/IEC 11172-3:93.
- 50 **[0016]** La publicación "Binaural cue coding – Part II: Schemes and applications", C. Faller y F. Baumgarte, IEEE Trans. on Speech and Audio Proc., volume level. 11, no 6, nov. 2003, da cierta información de codificación de parámetros BCC. Se propone que los parámetros ICLD cuantificados se codifican en forma diferencial.

- Sobre frecuencia y el resultado subsecuentemente se codifica Huffman (con un código Huffman unidimensional).
- Sobre el tiempo y el resultado subsecuentemente se codifica Huffman (con un código Huffman unidimensional).

5 Y que finalmente la variante más eficiente se elige como la representación de una señal de audio original.

[0017] Como se mencionó anteriormente, se ha propuesto optimizar el desempeño de compresión aplicando codificación diferencial sobre frecuencia y en forma alterna sobre tiempo y seleccionar la variante más eficiente. La variante selecta después se señalizada a un descodificador mediante alguna información lateral.

10 **[0018]** La técnica previa descrita anteriormente es útil para reducir la cantidad de datos que por ejemplo tienen que transmitirse durante una corriente de audio-o vídeo. Utilizando las técnicas descritas de codificación sin pérdida de datos con base en esquemas decodificación de entropía, generalmente resulta en corrientes de bits con una velocidad de bits no constante.

15 **[0019]** En la norma Codec de Audio Avanzado (AAC = Advanced Audio Codec) se hace una propuesta para reducir ambos, el tamaño de las palabras de código y el tamaño de libro de códigos subyacente, al utilizar libros de código "sin firma" considerando que la distribución de probabilidad de los valores de información a codificar sólo depende de las magnitudes de los valores a codificar en vez de sus signos. Los bits de signo después se transmiten por separado y pueden considerarse como un código de sufijo, cartografiando de regreso la información de magnitud codificada en el valor actual (signo x magnitud). Considerando por ejemplo un libro de códigos Huffman de cuatro dimensiones, esto resulta en ahorrar un factor de $2^4 = 16$ (considerando que todos los valores transportan signos)

20 en el tamaño del libro de códigos.

[0020] Ya se han realizado bastantes esfuerzos para reducir el tamaño de código por codificación de entropía. Sin embargo, todavía se lucha con algunas desventajas sustanciales utilizando técnicas de la especialidad. Por ejemplo, cuando se utilizan libros de código Huffman multidimensionales, se puede lograr una disminución en la velocidad de bits requerida para transmitir algo de información codificada. Esto se logra al costo de incrementar el tamaño del

25 libro de códigos Huffman que tiene que utilizarse, ya que para cada dimensión adicional, el tamaño de libro de códigos Huffman aumenta por un factor de dos. Esto es especialmente desventajoso en aplicaciones en donde el libro de códigos Huffman se transmite junto con información codificada, ya que es como por ejemplo el caso con algunos programas de compresión de computadora. Incluso si el libro de códigos Huffman tiene que transmitirse con los datos, habrá de almacenarse en el codificador y en el descodificador requiriendo espacio de almacenamiento costoso, que está disponible sólo en cantidades limitadas, en especial en aplicaciones móviles para transmisión

30 continua de video o audio o reproducción.

[0020] Varias publicaciones se refieren a problemas similares. Por ejemplo, la patente de los E.U.A. número 5550541 se refiere a la generación de tablas de codificación fuente compacta para sistemas codificador/descodificador. Tablas de codificación Huffman multidimensionales se generan que son más pequeñas

35 que las tablas convencionales al ordenar símbolos dentro de mensajes antes de codificar y pasar adicionalmente información de orden con la palabra de código resultante.

[0021] Pattichis M. S. et al: "On the representation of wideband images using permutations for lossless coding", PROCEEDINGS OF THE 4TH IEEE SOUTHWEST SYMPOSIUM ON IMAGE ANALYSIS AND INTERPRETATION, S. 237 – 241) sugiere un procedimiento novedoso para representar la codificación de imágenes de banda amplia

40 utilizando permutaciones. Muestras codificadas diferencialmente son codificadas por longitud de serie o duración.

[0022] VASILACHE A. et al: "Indexing and entropy coding of lattice code vectors", 2001, IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING PROCEEDINGS, Vol. 1 de 6, páginas 2.605 – 2.608, se refiere a codificación de entropía de vectores de código de red. Un enfoque combinado que combina codificación Huffman y codificación de longitud fija, se sugiere. Los vectores de códigos agrupan en clases

45 y los números de índice de las clases individuales se codifican utilizando codificación de entropía. Como se propone adicionalmente, la posición del vector de código dentro de una clase individual se codifica utilizando codificación enumerativa de velocidad fija.

[0023] QUACKENBUSH et al: "Noiseless Coding of Quantized Spectral Components in MPEG-2 Advanced Audio Coding", IEEE ASSP WORKSHOP ON APPLICATIONS OF SIGNAL PROCESSING TO AUDIO AND ACOUSTICS), se relaciona a la aplicación de un algoritmo de codificación Huffman flexible empleado para codificar componentes

50 espectrales cuantificados. N-tuplas se codifican utilizando diferentes libros de códigos Huffman, algunos de los cuales sólo tienen valores absolutos para guardar en almacenamiento de libro de códigos. En ese caso, un bit de signo para cada coeficiente no-cero se agrega a la palabra de código.

[0024] "Indexing Algorithms for Zn, An, Dn, and Dm++ Lattice Vector Quantizers", Patrick Raul and Christine Guillemont, se refiere a algoritmos de indexado de vector válidos para una gran clase de redes utilizadas en

55 compresión de señal audiovisual. Los vectores son ordenados en clases, en donde cada clase se define como una

permutación "con signo" posible de los componentes así denominados "vectores líder". Utilizar vectores líder sin signos requiere la transmisión de un bit de signo para cada elemento no-cero de un miembro de clase.

Resumen de la invención

- 5 **[0025]** El objeto de la presente invenciones proporcionar un concepto para generación y uso de un código más eficiente para comprimir valores de información y reducir el tamaño de un libro de códigos subyacente.
- [0026]** Este objeto se logra con un codificador mediante un codificador de la reivindicación 1, un descodificador de la reivindicación 7, un procedimiento de codificación de la reivindicación 13, un procedimiento de descodificación de la reivindicación 14, un programa de ordenador de la reivindicación 15 o la reivindicación 16, o datos codificados de la reivindicación 17.
- 10 **[0027]** La presente invención se basa en el hallazgo de que un código eficiente para codificar valores información puede derivarse, cuando dos o más valores información se agrupan en una tupla en un orden de tupla y cuando una regla de codificación se utiliza, que asigna la misma palabra de código a tuplas que tienen valores de información idénticos en diferentes órdenes y cuando un orden de información, que indica el orden de tupla, se deriva y asocia con la palabra de código.
- 15 **[0028]** Para codificación de entropía que utiliza códigos Huffman, el concepto inventivo descrito anteriormente puede implementarse de manera más eficiente. El tamaño de libro de códigos Huffman depende por igual del número de valores posibles a codificar que del número de valores codificados en forma conjunta (dimensión de libro de códigos Huffman). A fin de reducir el espacio de almacenamiento requerido para representar un libro de códigos Huffman en una aplicación específica, es ventajoso explotar simetrías en la distribución de probabilidad de los datos a codificar, de manera tal que una palabra de código Huffman representa un conjunto completo de grupos de valores codificados en forma conjunta con igual probabilidad. El grupo actual de valores conjuntamente codificados se especifica por un código de sufijo particular.
- 20 **[0029]** Ya que el orden de dos o más valores en una tupla no depende del contenido representado por los valores, cuando los valores en cierto grado no están correlacionados, pueden considerarse iguales probabilidades para diferentes órdenes de los mismos valores (ya que los valores no están correlacionados). En forma particular y preferible para un código de longitud variable, es decir un código que tiene palabras de código con diferentes longitudes, estas probabilidades iguales resultarán en un libro de códigos más pequeño y un código eficiente, cuando las tuplas con diferentes órdenes de los mismos valores se asignan a una sola palabra de código.
- 25 **[0030]** Por lo tanto, en una realización preferida de la presente invención, los valores de información que se van a codificar por un codificador Huffman bidimensional se codifican diferencialmente primero, resultando en una representación diferencial que tiene ciertas simetrías como se explica posteriormente con más detalle. Después de eso, una cantidad de operaciones de simetrías se aplican a la representación diferencial, reduciendo el número de tuplas posibles a codificar, de esta manera también reduciendo el tamaño de libro del código requerido.
- 30 **[0031]** El codificar diferencialmente una distribución de valores, ocurriendo con una distribución de probabilidad determinada, resultará en una distribución de valores de diferencia que se centra alrededor de cero, que tiene una distribución de probabilidad que es simétrica, es decir valores del mismo valor absoluto pero con diferentes signos ocurrirán con la misma probabilidad.
- 35 **[0032]** El principio básico de codificación entropía, tal como por ejemplo codificación Huffman, este libro de códigos empleado representa una distribución de probabilidad determinada de valores de información lo más buena posible en vista de asignar las palabras de código más cortas posibles a los valores de información que ocurren a lo más. Codificación Huffman multidimensional sigue el mismo principio pero combina dos o más valores información en una tupla, en donde toda la tupla se asocia entonces con una sola palabra de código.
- 40 **[0033]** Por lo tanto, el combinar codificación diferencial con codificación Huffman bidimensional da por resultado dos tipos de simetrías, que pueden ser utilizadas.
- 45 **[0034]** La primera simetría se deriva de la observación de que la probabilidad de ocurrencia de la tupla (a, b) es aproximadamente la misma que para la tupla (-a, -b). Esto corresponde a una simetría punto respecto al origen de un sistema de coordenadas, en donde el primer valor una tupla define el eje X y el segundo valor de una tupla define el eje Y.
- 50 **[0035]** La segunda simetría se basa en la consideración de que cambiar el orden en el que los valores en una tupla ocurren, no cambia la probabilidad ocurrencia de la tupla, es decir que (a, b) y (b, a) son igualmente probables. Esto corresponde a una simetría de ese respecto a los bisectores del sistema de coordenadas primer y tercer cuadrantes, cuando el sistema de coordenadas se define como se explicó anteriormente.
- 55 **[0036]** Las dos simetrías pueden explotarse tal que, el tamaño de un libro del código Huffman se reduce por un factor aproximadamente 4, lo que significa que las tuplas simétricas se asignan a la misma palabra de código. La información de simetría, es decir el orden de la tupla original y el signo de la tupla original se indican por una

información de orden e información de signo y transmiten en conjunto con la palabra de código para permitir la decodificación y una reconstrucción de la tupla original incluyendo la información de orden y signo.

5 **[0037]** Hay que recordar que en la representación anterior de las tuplas dentro de un sistema de coordenadas bidimensional, ambas simetrías en conjunto pueden comprenderse como una distribución de probabilidad bidimensional con curvas de nivel (curvas de iguales probabilidades) que semejan óvalos con el eje principal girado 45 grados respecto al sistema de coordenadas cartesiano.

10 **[0038]** Utilizando las dos simetrías, sólo aproximadamente un cuarto (1 cuadrante) de las entradas posibles dentro del sistema de coordenadas habrá de cubrirse por los códigos Huffman. Un código sufijo de dos bits determina una cartografía única entre todo par de valores en uno de cuatro cuadrantes y sus pares correspondientes de valores en los tres cuadrantes restantes. Hay que notar que para pares de valores situados en cualquier frontera de cuadrante, el código sufijo consiste de un bit solamente o incluso puede omitirse en caso de que el par de valores situados en ambas líneas de frontera, es decir en el centro de la distribución.

15 **[0039]** El concepto según la invención también reducirá el tamaño de libro de códigos Huffman para datos que no muestran las simetrías anteriormente descritas. Si estos datos se codifican, por una parte del tamaño de libro de códigos Huffman será pequeño, pero en otra parte la representación codificada pueden no ser idealmente comprimida, ya que valores que ocurren con diferentes probabilidades se representan por la misma palabra de código, llevando a un desperdicio de velocidad de bits ya que el libro de códigos Huffman no puede ajustarse a los datos en una forma óptima.

20 **[0040]** Por lo tanto, datos se codifican diferencialmente antes de aplicar tratamientos de simetría, ya que la codificación diferencial produce automáticamente simetrías ventajosas. De esta manera, el concepto inventivo puede emplearse para asegurar una representación compacta y un pequeño libro de códigos Huffman por todo conjunto subyacente de valores de información, ya que la desventaja de duplicar el número de valores información posibles por codificación diferencial de los valores de información puede balancearse utilizando las simetrías.

Breve Descripción de los Dibujos

25 **[0041]** Realizaciones preferidas de la presente invención se describen subsecuentemente por referencia a los dibujos anexos, en donde:

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de codificador;

La Figura 2 muestra una realización preferida de un ejemplo de codificador;

La Figura 3 muestra una realización preferida de un codificador de la invención;

30 La Figura 4A muestra una primera operación de simetría en datos a codificar;

La Figura 4B muestra una segunda operación de simetría en datos a codificar;

La Figura 5 muestra la derivación de una representación simétrica de datos;

La Figura 6 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de decodificador;

La Figura 7 muestra un ejemplo de decodificador;

35 La Figura 8 muestra una realización preferida de un decodificador de la invención; y

La Figura 9 muestra un codificador de múltiples canales de la técnica previa.

Descripción Detallada de las Realizaciones Preferidas

[0042] La Figura 1 muestra un ejemplo de codificador 100, el codificador 100 comprende un agrupador 102 y un generador de información de código 104 que incluyen una interfase de salida.

40 **[0043]** Los valores de información 106 se agrupan en tuplas de valores información 108a a 108c por el agrupador. En el ejemplo mostrado la Figura 1 el ejemplo de concepto se describe al construir tuplas que consisten de dos valores de información cada uno, es decir al utilizar un código Huffman bidimensional.

45 **[0044]** Las tuplas 108a a 108c se transfieren al generador de información de código 104, en donde el generador de información de código implementa una regla de codificación que asigna la misma palabra de código a tuplas que tienen valores de información idénticos en diferentes órdenes. Por lo tanto, las tuplas 108a y 108c se codifican en las mismas palabras de código 110a y 110b, mientras que la tupla 108b se codifica en una palabra de código diferente 112. De acuerdo con el ejemplo de concepto, información de orden diferente 114a a 114b se genera para conservar la información del orden en el que los valores de información se agrupan dentro de las tuplas 108a y 108c. Una combinación de la información de orden y la palabra de código por lo tanto puede emplearse para reconstruir las tuplas originales 108a y 108b, por lo tanto la información de orden se suministra en asociación con la palabra de

código por la interfase de salida. En general, se puede convenir en diferentes esquemas de ordenamiento que resultan en diferentes bits información de orden. En el ejemplo mostrado en la Figura 1, las tuplas no se reordenan cuando los valores dentro de las tuplas ocurren en orden ascendente, como es el caso para las tuplas 108a y 108b. Si además se está de acuerdo en asignar una información de orden de 0 a tuplas que no se han reordenado, resulta en los valores de información de orden como se han asignado a las palabras de código en la Figura 1.

[0045] La Figura 2 muestra un ejemplo, en donde el generador de información de códigos 104 comprende un codificador de orden 120 y un codificador de entropía 122 y en donde el codificador 100 además comprende una interfase de salida 124.

[0046] El codificador de orden 120 general la información de orden 114a a 114c de las tuplas (indicando el orden de tupla) y transferencia información de orden a la interfase de salida 124. Al mismo tiempo, el codificador de orden 120 reordena los valores de información dentro de las tuplas 108a a 108c para derivar las tuplas 126a a 126c cambiando el orden de tupla a un orden de tupla predefinido, el orden de tupla predefinido define un orden de codificación de los valores de información para grupos de tuplas que tienen valores de información idénticos.

[0047] El reordenamiento por ejemplo puede realizarse, también para tuplas que tienen más de dos valores de información, por múltiples etapas subsecuentes de intercambio de la posición de dos valores información dentro de la tupla. Después de cada etapa, se verifica si existe una entrada en el libro de códigos del codificador de orden para el orden de tupla determinado. Si éste es el caso, el reordenamiento puede detenerse y la palabra de código puede generarse. De no ser así, el procedimiento anterior se repite hasta que se encuentra la palabra de código. La información de orden puede entonces, por ejemplo de librarse del número de intercambios necesarios para derivar la palabra de código. Similarmente, el orden de tupla correcto puede re-arreglarse utilizando la información de orden en un lado del decodificador.

[0048] El codificador de entropía codifica las tuplas 126a a 126c para derivar las palabras de código 110a, 110b, y 112 y transfiere estas palabras de código a la interfase de salida 124.

[0049] La interfase de salida finalmente envía de salida a las palabras de código 110a, 110b, y 112 y en asociación de información de orden 114a a 114c.

[0050] La Figura 3 muestra una realización de la presente invención, en donde el generador de información de código además comprende un codificador de signo 130 para derivar una información de signo que indica una combinación de signo de los valores de información dentro de la tupla.

[0051] El codificador de la invención mostrado en la Figura 3 hace también uso de la segunda simetría, asignando las mismas palabras de código a tuplas que tienen valores de información del mismo valor absoluto y en el mismo orden respecto a sus valores absolutos. Por lo tanto, el codificador de signo 130 deriva una información de signo 132a a 132c para cada una de las tuplas 134a a 134c, indicando el signo de los valores dentro de las tuplas. El codificador de signo 130 simultáneamente cambia los signos de los valores de información dentro de las tuplas, para derivar una combinación de signo predefinida que define una combinación de signos de codificación para cada orden de valores absolutos dentro de la tupla, es decir para tuplas que difieren sólo en los signos de los valores de información.

[0052] La información de signos 132a a 132c se transfiera adicionalmente a la interfase de salida 124 que también recibe información de orden desde el codificador de orden 120 y las palabras de código del codificador de entropía 122. La interfase de salida 124 suministra entonces las palabras de código y en asociación con ello la información de orden y la información de signo.

[0053] La Figura 4a muestra, como la información de signo puede derivarse por el codificador de signo 130 y como la simetría respecto a los signos puede emplearse para reducir el tamaño de un libro de códigos Huffman requerido.

[0054] Se ilustran los valores posibles de una tupla (a, b), representada gráficamente por una matriz, en donde los valores para a se ilustran en el eje X y los valores para b se ilustran en el eje Y. Los valores para a y b son hechos simétricos alrededor de cero (por ejemplo por codificación diferencial previa) y están en el rango de -4 a 4 cada uno.

[0055] La matriz ilustra todas las 81 combinaciones posibles de los valores de parámetro a y b. También se indica un primer eje 150, que indica las entradas de la matriz, en donde la zona de a y b ($a + b$) es igual a cero. La cifra además muestra un segundo eje 152, en donde la diferencia de a y b ($a - b$) es igual a cero. Como puede verse, los dos ejes 150 y 152 dividen la matriz en cuatro cuadrantes etiquetados con los números 1 a 4.

[0056] La primer simetría, considerando que una combinación (a, b) y una combinación (-a,-b) son igualmente probables, es igual a una simetría de punto al origen, que se muestra explícitamente por dos entradas arbitrarias 154a (-2,-1) y 154b (2, 1) de la matriz.

[0057] Un codificador de la invención puede reducir el tamaño de un libro de códigos Huffman requerido por un factor de aproximadamente 2 al realizar una operación de simetría, haciendo espejo de las entradas del tercer cuadrante al primer cuadrante y las entradas del cuarto cuadrante al segundo cuadrante. De esta manera, las

entradas del libro de códigos del tercer y cuarto cuadrantes pueden guardarse, cuando el codificador de signo 130 indica adicionalmente por la información de signo de cual cuadrantes proviene la tupla.

[0058] La Figura 4b muestra como la segunda simetría puede usarse por el codificador de orden 120 para reducir el tamaño de libro de códigos Huffman por otro factor de aproximadamente 2. La segunda simetría que significa que las tuplas (a,b) y (b,a) son igualmente probables, es igual a una imagen en el espejo de las entradas de materias restantes en el eje 152. Esto es por ejemplo mostrado para las dos entradas de matriz 156a y 156b que muestran la formación de espejo de la tupla (0, 2) a la tupla (2, 0). Por lo tanto, al asignar las mismas palabras del código a entradas correspondientes del segundo y del primer cuadrante, se puede ahorrar otro factor de 2 en el tamaño de libro de códigos. El codificador de orden 120 deriva la información de orden para conservar la información, si la tupla original era del primer o el segundo cuadrante.

[0059] Como se ilustra por las figuras 4a y 4b, un codificador de la invención que incorpora un solo codificador y un codificador de orden permite que sólo uno de los cuatro cuadrantes se deberá convertir por códigos Huffman. Un código de sufijo de dos bits determina una cartografía única entre todo par de valores en uno de los cuatro cuadrantes y su par correspondiente de valores en los tres cuadrantes restantes. Hay que notar que para pares de valores situados en cualquier línea frontera de cuadrante, el código de sufijo consiste de un bit solo o incluso puede omitirse en caso del par de valores situados en ambas líneas frontera, es decir en el centro de la matriz.

[0060] Siguiendo las operaciones de simetrías mostradas en las Figuras 4a y 4b, puede ser afortunado el reordenar (cartografía) los pares de valores en el cuadrante restante en una matriz cuadrática por razones prácticas, ya que el correr un algoritmo en una representación cuadrática es mucho más conveniente.

[0061] Una estrategia de cartografía incorporada por una realización de la presente invención se ilustra en la Figura 5. La matriz original con el primer cuadrante a cartografiar a una matriz cuadrática 160 se ilustra la izquierda. La matriz cuadrática 160 también tiene valores de parámetros para el parámetro a en el eje X y valores de parámetro para el parámetro b en eje Y. El reordenamiento después del algoritmo de cartografía se indica en el dibujo en donde cada uno de los elementos de matriz se marca con un número único. Habrá de notarse que tuplas cuyos valores de información suman un número par (a+b es par, lo cual es cierto para todos los elementos de matriz con sombreado ligero del primer cuadrante) son reordenados al lado izquierdo inferior de la matriz cuadrática 160, mientras que tuplas que tienen sumas nones de valores de información (elementos no sombreado) son reordenados al lado derecho superior de la matriz 160, sin sombreado en la Figura 5.

[0062] Después del proceso de cartografía anterior, a las tuplas para codificación Huffman se les da una representación cuadrática y esta manera son fáciles manejar.

[0063] La Figura 6 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de descodificador, para descodificar palabras de código que se basan en valores de información.

[0064] El descodificador 200 comprende una interfase de alimentación 202, un procesador de código 204, y un desagrupador 206. La interfase de alimentación 202 proporciona palabras de código 210a, 210b y 212 y asociada información de orden 214 a, 214b y 216, ambas se transfieren al procesador de códigos 204.

[0065] El procesador de códigos deriva tuplas de valores de información 218 a, 218b, y 218c utilizando una regla de descodificación, en donde la regla de descodificación es tal que tuplas diferentes se derivan de la misma palabra de código, las tuplas diferentes tienen los mismos valores de información en diferentes órdenes de tuplas como se indica por una información del orden diferente.

[0066] Por lo tanto, las diferentes tuplas 218a, y 218c se derivan de las mismas palabras de código 210a y 210b, ya que tienen información de orden diferente asociada 214a y 214b. Las tuplas de valores de información 218a a 218c después se desagrupan por el desagrupador 206 para dar por resultado los valores de información 220.

[0067] La Figura 7 muestra un ejemplo de descodificador, en donde el procesador de códigos 204 incluye un descodificador entropía 222 y un descodificador de orden 224.

[0068] El descodificador entropía 222 asigna, utilizando un libro de códigos Huffman las palabras de código 210a, 210b y 212 a las tuplas 226a a 226c, respectivamente. Las tuplas 226a a 226c se transfieren al descodificador de orden 224 que también recibe la información de orden de asociación. El descodificador de orden 224 deriva los valores de información que modifiquen las tuplas 226a a 226c como se indica por la información de orden. Las tuplas finales derivadas 228a a 228c después se transfieren al desagrupador 206, que desagrupa las tuplas 228a a 228c para derivar los valores de información 220.

[0069] La Figura 8 muestra una realización de un descodificador de la invención 200, en donde el procesador de códigos 204 además incluye un descodificador de signo 230.

[0070] La interfase de alimentación proporciona estas palabras de código idénticas 232a a 232c, bits de información de signo 234a a 234c y bits de información de orden 236a a 236c.

[0071] El descodificador de entropía 222 descodifica las tres palabras de código idénticas 232a a 232c en tres tuplas idénticas 238a a 238c, que después se transfieren al descodificador de signo 230. El descodificador de signo 230 recibe adicionalmente la información de signo 234a a 234c y modificar las tuplas 238a a 238c, como se indica por la información de signo 234a a 234c, para derivar las tuplas 240a a 240c, que ahora tienen valores de información con signos correctos.

[0072] Las tuplas 240a a 240c se transfieren al descodificador de orden 224, que recibe adicionalmente la información de orden 236a a 236c y que altera el orden de valores de información dentro de las tuplas 240a a 240c para recibir las tuplas de orden correcto 242a a 242c. Las tuplas 242a a 242c después se transfieren al desagrupador 206, que deriva los valores de información 220 al desagrupar las tuplas 242a a 242c.

[0073] Aunque los codificadores mostrados en las figuras 2 (ejemplo) y 3 (realización) proponen, que el codificador de orden 120 y el codificador de signo 130 recuperan la información de orden o signo y simultáneamente alteran las tuplas, es en forma alterna posible que el codificador de signo y el codificador de orden recuperen la información de orden y signo sin alterar las tuplas. Un libro de códigos Huffman tiene que designarse de manera tal que, a las tuplas con diferentes informaciones de signo y orden se les asigna las mismas palabras de código.

[0074] Aunque las realizaciones preferidas mostradas en las figuras detallan el concepto de la presente invención al utilizar libros de código Huffman bidimensionales, la idea de la invención de utilizar valores agrupados y hacer uso de sus simetrías también puede combinarse con otros procedimientos de codificación sin pérdida de datos, una posibilidad, que no forma parte de la invención, es el uso de palabras de código Huffman de superiores dimensiones, es decir construir tuplas que tienen más valores de información que dos.

[0075] Las Figuras 4a y 4b muestran una forma en derivar la información de simetría empleada para permitir un libro de códigos Huffman más pequeño. En una primera etapa, el tercer y cuarto cuadrantes de una matriz determinada se cartografían al primer y segundo cuadrantes. En forma alterna también es posible el cartografiar otras combinaciones de dos cuadrantes vecinos a los dos cuadrantes restantes, siempre que la información de simetría se conserve, de manera tal que la cartografía puede invertirse. Lo mismo también es cierto para la segunda operación de simetría mostrada en la Figura 4b.

[0076] La Figura 5 muestra una forma de cartografiar un cuadrante de una matriz en una matriz cuadrática permitiendo describir un libro de códigos de tamaño reducido. Esta cartografía es un ejemplo para múltiples esquemas de cartografía posibles, en donde las cartografías sólo tienen que ser tal que sean únicas y puedan ser invertidas.

[0077] Dependiendo de ciertos requerimientos de implementación de los procedimientos de la invención, los procedimientos de la invención pueden incrementarse en equipo físico o en soporte lógico. La implementación puede realizarse utilizando un medio de almacenamiento digital, en particular un disco, DVD o un CD que tenga señales de control legibles electrónicamente ahí almacenadas que cooperan con un sistema de computadora programable tal que los procedimientos de la invención se realicen. En general, la presente invención por lo tanto es un producto de programa de computadora con un código de programa almacenado en un portador legible por máquina, el código de programa es operativo para realizar los procedimientos de la invención, cuando el producto de programa de computadora se ejecuta en una computadora. En otras palabras, los procedimientos de la invención por lo tanto son un programa de computadora que tiene un código de programa para realizar al menos uno de los procedimientos de la invención cuando el programa de computadora se ejecuta en una computadora.

REIVINDICACIONES

1. Codificador para codificar valores de entrada, que comprende:

un codificador diferencial destinado a codificar de manera diferencial los valores de entrada, para obtener una representación codificada de manera diferencial de los valores de entrada como valores de información, estando los valores de información centrados alrededor de cero, de manera que se obtengan los valores de información con mismo valor absoluto con signos diferentes;

un agrupador (102) destinado a agrupar un primer valor de información a y un segundo valor de información b, para obtener una tupla (134a, 134b, 134c) según un orden de tupla;

un generador de información de código (104) destinado a generar un código de sufijo y una palabra de código para la tupla con ayuda de una regla de codificación, donde el código de sufijo comprende una información de orden que indica el orden de los valores de información absolutos en la tupla y una información de signo para la tupla que indica una combinación de signos de los valores de información en la tupla, en el que la regla de codificación es tal que para cada tupla en el que el valor absoluto del primer valor de información es $|a|$ y el valor absoluto del segundo valor de información es $|b|$, la palabra de código sea una primera palabra de código atribuida a la tupla $+|a|$, $+|b|$, a la tupla $+|b|$, $+|a|$, a la tupla $-|a|$, $-|b|$ y a la tupla $-|b|$, $-|a|$, y la palabra de código sea una segunda palabra de código atribuida a la tupla $+|a|$, $-|b|$, a la tupla $-|b|$, $+|a|$, a la tupla $-|a|$, $+|b|$ y a la tupla $+|b|$, $-|a|$, donde la primera palabra de código es diferente de la segunda palabra de código;

y una interfaz de salida (124) destinada a dar como salida la palabra de código y, en asociación, el código de sufijo.

2. Codificador según la reivindicación 1, en el cual el generador de información de código comprende un codificador de orden (120) destinado a derivar la información de orden y un codificador de entropía (122) destinado a derivar la palabra de código con ayuda de un libro de códigos.

3. Codificador de conformidad con las reivindicaciones 1 y 2, en el que la representación diferencialmente codificada es una representación de los valores de alimentación codificados en forma diferencial en tiempo o en frecuencia.

4. Codificador de conformidad con las reivindicaciones 1 a 3, en el que los valores de información comprenden valores de información que describen un cuadro de una señal de videos o una señal de audio.

5. Codificador de conformidad con las reivindicaciones 1 a 4, en el que los valores de información comprenden parámetros BCC que describen una correlación espacial entre un primer y un segundo canales de audio y en donde los parámetros BCC se eligen de la siguiente lista de parámetros BCC:

coherencia entre canales (ICC=inter-channel coherence),

diferencia de nivel entre canales (ICLD=inter-channel level difference),

diferencia de tiempo entre canales (ICTD=inter-channel time difference),

diferencia de fase entre canales (IPD=inter-channel phase difference).

6. Codificador de conformidad con las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la regla de codificación es tal que una codificación de valores de información resulta en una secuencia de palabras de código que tienen diferentes longitudes.

7. Descodificador para descodificar una palabra de código a partir de valores de información, que comprende:

una interfaz de entrada (202) destinada a suministrar la palabra de código para una tupla, comprendiendo la tupla un primer valor de información a y un segundo valor de información b y, en asociación, un código de sufijo, donde el código de sufijo comprende una información de orden que indica el orden de los valores de información absolutos en la tupla y una información de signo para la tupla que indica una combinación de signos de los valores de información en la tupla, en el que los valores de información están centrados alrededor de cero, de manera que se puedan producir valores de información de mismo valor absoluto con signos diferentes;

un procesador de código (222, 224, 230) destinado a derivar una tupla de una palabra de código y del código de sufijo asociado con ayuda de una regla de descodificación función de una regla de codificación utilizada para crear la palabra de código, en el que la regla de descodificación es tal que la tupla $+|a|$, $+|b|$, la tupla $+|b|$, $+|a|$, la tupla $-|a|$, $-|b|$ y la tupla $-|b|$, $-|a|$ se deriven de una primera palabra de código, donde el valor absoluto del primer valor de información es $|a|$ y el valor absoluto del segundo valor de información es $|b|$, y la tupla $+|a|$, $-|b|$, la tupla $-|b|$, $+|a|$, la tupla $-|a|$, $+|b|$ y la tupla $+|b|$, $-|a|$ se deriven de una segunda palabra de código diferente de la primera palabra de código;

y un descodificador diferencial destinado a descodificar de manera diferencial los valores de información representados por la palabra de código y el código de sufijo asociado, para obtener una representación descodificada de manera diferencial de los valores de información.

8. Descodificador de conformidad con la reivindicación 7, en el que el procesado de códigos incluye:

- 5 un descodificador de entropía (222) para derivar una tupla preliminar utilizando un libro de códigos asignando cada palabra de código a una tupla preliminar; y

un descodificador de orden (224) para derivar la tupla por reordenamiento de los valores de información dentro de la tupla preliminar como se indica por la información de orden.

- 10 **9.** Descodificador de conformidad con la reivindicación 8, en el que el descodificador de orden (224) es operativo para reordenar los valores de información de la tupla preliminar al intercambiar un primer valor de información con un segundo valor de información.

10. Descodificador de conformidad con las reivindicaciones 7 a 9, en el que la representación diferencialmente descodificada de los valores de información se descodifica diferencialmente en tiempo o en frecuencia.

- 15 **11.** Descodificador de conformidad con las reivindicaciones 7 a 10, en el que los valores de información comprenden valores de información que describen un cuadro de una señal de video o una señal de audio.

12. Descodificador de conformidad con las reivindicaciones 7 a 11, en el que los valores de información comprenden parámetros BCC que describen una correlación espacial entre un primer y un segundo canal de audio y en donde los parámetros BCC se eligen de la siguiente lista de parámetros BCC:

coherencia entre canales (ICC=inter-channel coherence),

- 20 diferencia de nivel entre canales (ICLD=inter-channel level difference),

diferencia de tiempo entre canales (ICTD=inter-channel time difference),

diferencia de fase entre canales (IPD=inter-channel phase difference).

13. Procedimiento de codificación de valores de entrada, comprendiendo el procedimiento:

- 25 codificar de manera diferencial los valores de entrada, para obtener una representación codificada de manera diferencial de los valores de entrada como valores de información, estando los valores de información centrados alrededor de cero, de manera que sean obtenidas los valores de información de mismo valor absoluto con signos diferentes;

agrupar (102) un primer valor de información a y un segundo valor de información b, para obtener una tupla según un orden de tupla;

- 30 generar (120, 130) un código de sufijo, donde el código de sufijo comprende una información de orden que indica el orden de los valores de información absolutos en la tupla y una información de signo para la tupla que indica una combinación de signos de los valores de información en la tupla;

- 35 generar (122) una palabra de código para la tupla con ayuda de una regla de codificación, en el que la regla de codificación es tal que para cada tupla donde el valor absoluto del primer valor de información es $|a|$ y el valor absoluto del segundo valor de información es $|b|$, la palabra de código sea una primera palabra de código atribuida a la tupla $+|a|$, $+|b|$, a la tupla $+|b|$, $+|a|$, a la tupla $-|a|$, $+|b|$ y a la tupla $-|b|$, $-|a|$, y la palabra de código sea una segunda palabra de código atribuida a la tupla $+|a|$, $-|b|$, a la tupla $-|b|$, $+|a|$, a la tupla $-|a|$, $+|b|$ y a la tupla $+|b|$, $-|a|$, donde la primera palabra de código es diferente de la segunda palabra de código;

y dar como salida (124) la palabra de código y, en asociación, el código de sufijo.

- 40 **14.** Procedimiento de descodificación de palabras de código a partir de valores de información, comprendiendo el procedimiento:

suministrar (202) la palabra de código para una tupla, comprendiendo la tupla un primer valor de información a y un segundo valor de información b y, en asociación, un código de sufijo, donde el código de sufijo comprende una información de orden que indica el orden de los valores de información absolutos en la tupla y una información de signo para la tupla que indica una combinación de signos de los valores de información en la tupla, en el que los valores de información están centrados alrededor de cero, de manera que se puedan producir valores de información de mismo valor absoluto con signos diferentes;

- 50 derivar (222, 224, 230) una tupla de una palabra de código y del código de sufijo asociado con ayuda de una regla de descodificación función de una regla de codificación utilizada para crear la palabra de código, en el que la regla de descodificación es tal que la tupla $+|a|$, $+|b|$, la tupla $+|b|$, $+|a|$, la tupla $-|a|$, $-|b|$ y la tupla $-|b|$, $-|a|$ se deriven de la

primera palabra de código, donde el valor absoluto del primer valor de información es $|a|$ y el valor absoluto del segundo valor de información es $|b|$, y la tupla $+|a|, -|b|$, la tupla $-|b|, +|a|$, la tupla $-|a|, +|b|$ y la tupla $+|b|, -|a|$ se deriven de una segunda palabra de código diferente de la primera palabra de código;

5 desagrupar (206) la tupla representada por la palabra de código y el código de sufijo, para obtener dos valores de información;

y descodificar de manera diferencial los valores de información representados por la palabra de código y el código de sufijo, para obtener una representación descodificada de manera diferencial de los valores de información.

15. Programa de ordenador que tiene un código de programa para realizar, cuando se ejecuta en un ordenador, un procedimiento para codificar valores de entrada, comprendiendo el procedimiento:

10 codificar de manera diferencial los valores de entrada, para obtener una representación codificada de manera diferencial de los valores de entrada como valor de información, estando los valores de información centrados alrededor de cero, de manera que sean obtenidas los valores de información de mismo valor absoluto con signos diferentes;

15 agrupar (102) un primer valor de información a y un segundo valor de información b , para obtener una tupla según un orden de tupla;

generar (120, 130) un código de sufijo, donde el código de sufijo comprende una información de orden que indica el orden de los valores de información absolutos en la tupla y una información de signo para la tupla que indica una combinación de signos de los valores de información en la tupla;

20 generar (122) una palabra de código para la tupla con ayuda de una regla de codificación, en el que la regla de codificación es tal que para cada tupla donde el valor absoluto del primer valor de información es $|a|$ y el valor absoluto del segundo valor de información es $|b|$, la palabra de código sea una primera palabra de código atribuida a la tupla $+|a|, +|b|$, a la tupla $+|b|, +|a|$, a la tupla $-|a|, -|b|$ y a la tupla $-|b|, -|a|$, y la palabra de código sea una segunda palabra de código atribuida a la tupla $+|a|, -|b|$, a la tupla $-|b|, +|a|$, a la tupla $-|a|, +|b|$ y a la tupla $+|b|, -|a|$, donde la primera palabra de código es diferente de la segunda palabra de código;

25 y dar como salida (124) la palabra de código y, en asociación, el código de sufijo.

16. Programa de ordenador que tiene un código de programa para realizar, cuando se ejecuta en un ordenador, un procedimiento de descodificación de palabras de código a partir de valores de información, comprendiendo el procedimiento:

30 suministrar (202) la palabra de código para una tupla, comprendiendo la tupla un primer valor de información a y un segundo valor de información b y, en asociación, un código de sufijo, donde el código de sufijo comprende una información de orden que indica el orden de los valores de información absolutos en la tupla y una información de signo para la tupla que indica una combinación de signos de los valores de información en la tupla, en el que los valores de información están centrados alrededor de cero, de manera que se puedan producir valores de información de mismo valor absoluto con signos diferentes;

35 derivar (222, 224, 230) una tupla de una palabra de código y del código de sufijo asociado con ayuda de una regla de descodificación función de una regla de codificación utilizada para crear la palabra de código, en el que la regla de descodificación es tal que la tupla $+|a|, +|b|$, la tupla $+|b|, +|a|$, la tupla $-|a|, -|b|$ y la tupla $-|b|, -|a|$ se deriven de la primera palabra de código, donde el valor absoluto del primer valor de información es $|a|$ y el valor absoluto del segundo valor de información es $|b|$, y la tupla $+|a|, -|b|$, la tupla $-|b|, +|a|$, la tupla $-|a|, +|b|$ y la tupla $+|b|, -|a|$ se deriven de una segunda palabra de código diferente de la primera palabra de código;

40 desagrupar (206) la tupla representada por la palabra de código y el código de sufijo, para obtener dos valores de información;

y descodificar de manera diferencial los valores de información representados por la palabra de código y el código de sufijo, para obtener una representación descodificada de manera diferencial de los valores de información.

45 **17.** Datos codificados a partir de valores de información, comprendiendo los datos codificados:

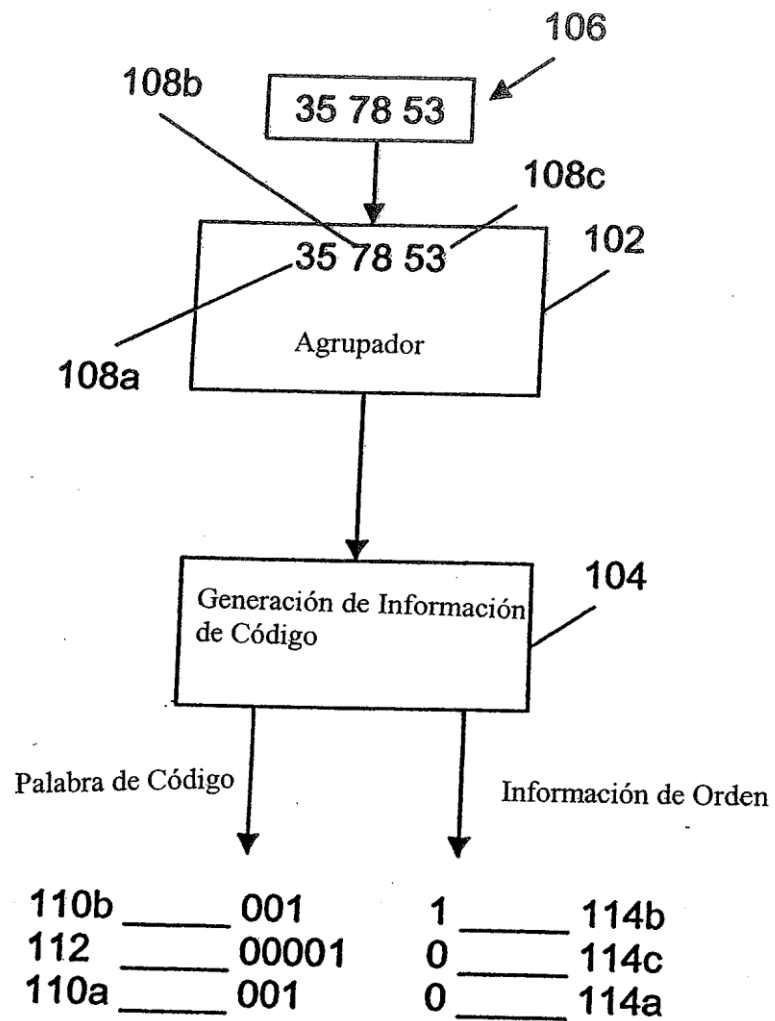
50 una palabra de código para una tupla que consiste en dos valores de información dispuestos en la tupla según un orden de tupla, estando la palabra de código definida por una regla de codificación, siendo los dos valores de información una representación codificada de manera diferencial de los valores de entrada, estando los valores de información centrados alrededor de cero, de manera que se puedan producir valores de información de mismo valor absoluto con signos diferentes;

en el que la regla de codificación es tal que para cada tupla donde el valor absoluto del primer valor de información es $|a|$ y el valor absoluto del segundo valor de información es $|b|$, la palabra de código sea una primera palabra de código atribuida a la tupla $+|a|, +|b|$, a la tupla $+|b|, +|a|$, a la tupla $-|a|, -|b|$ y a la tupla $-|b|, -|a|$, y la palabra de código

sea una segunda palabra de código atribuida a la tupla $+|a|$, $-|b|$, a la tupla $-|b|$, $+|a|$, a la tupla $-|a|$, $+|b|$ y a la tupla $+|b|$, $-|a|$, donde la primera palabra de código es diferente de la segunda palabra de código;

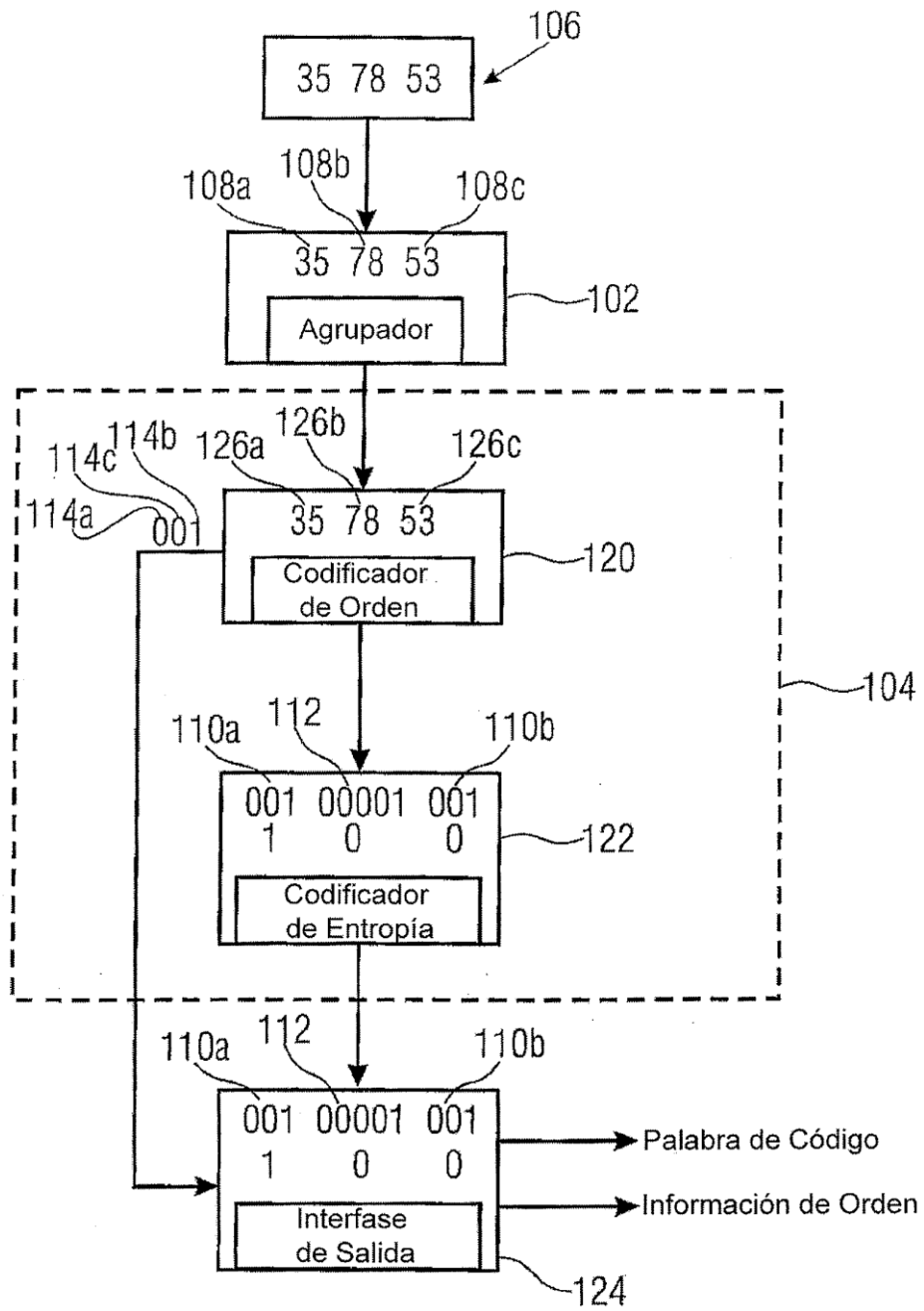
y un código de sufijo asociado a la palabra de código, indicando el código de sufijo el orden de los valores de información absolutos en la tupla y una combinación de signos para los valores de información en una tupla.

- 5 **18.** Datos codificados de acuerdo con la reivindicación 17, que se almacena en un medio legible por ordenador.



100

FIGURA 1



100

FIGURA 2

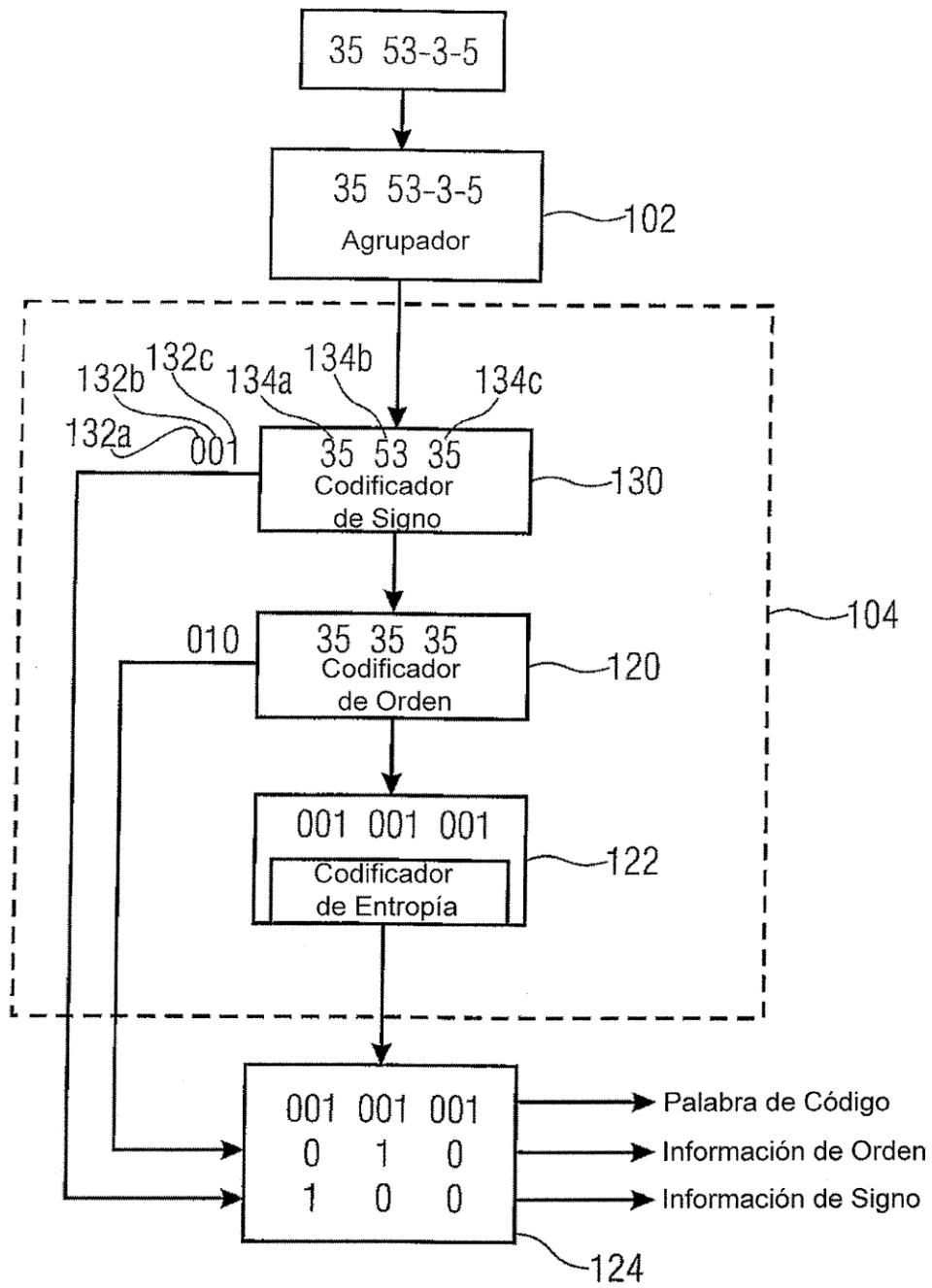


FIGURA 3

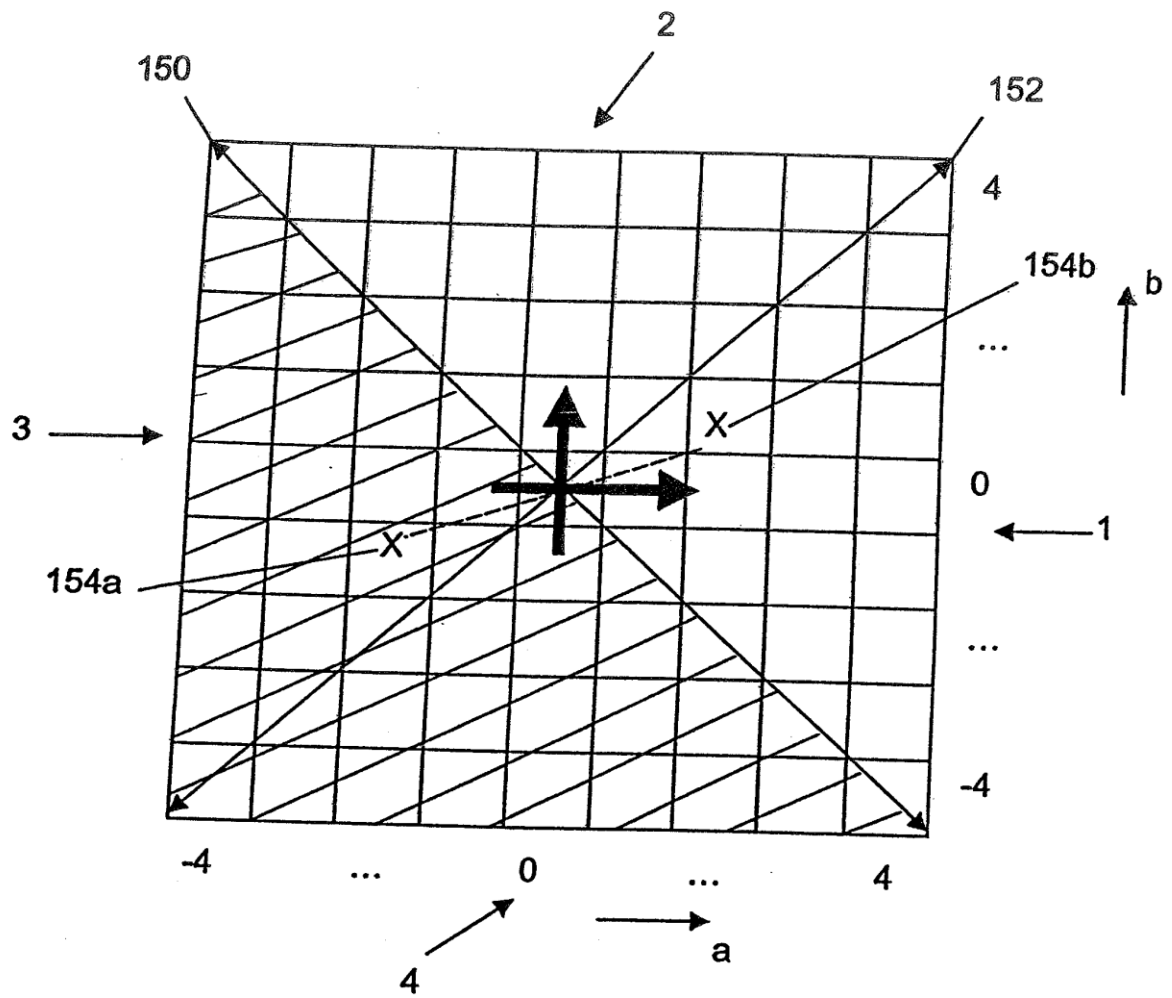


FIGURA 4A

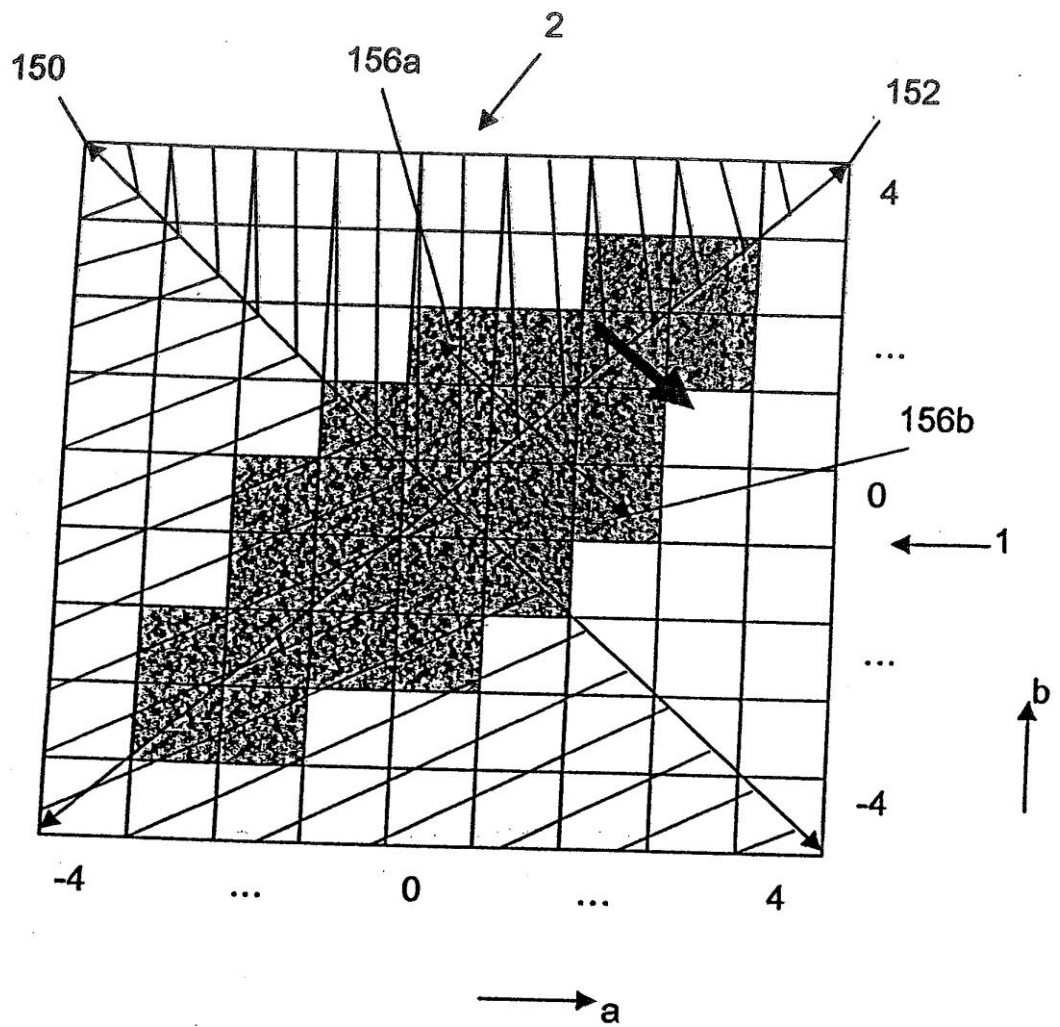


FIGURA 4B

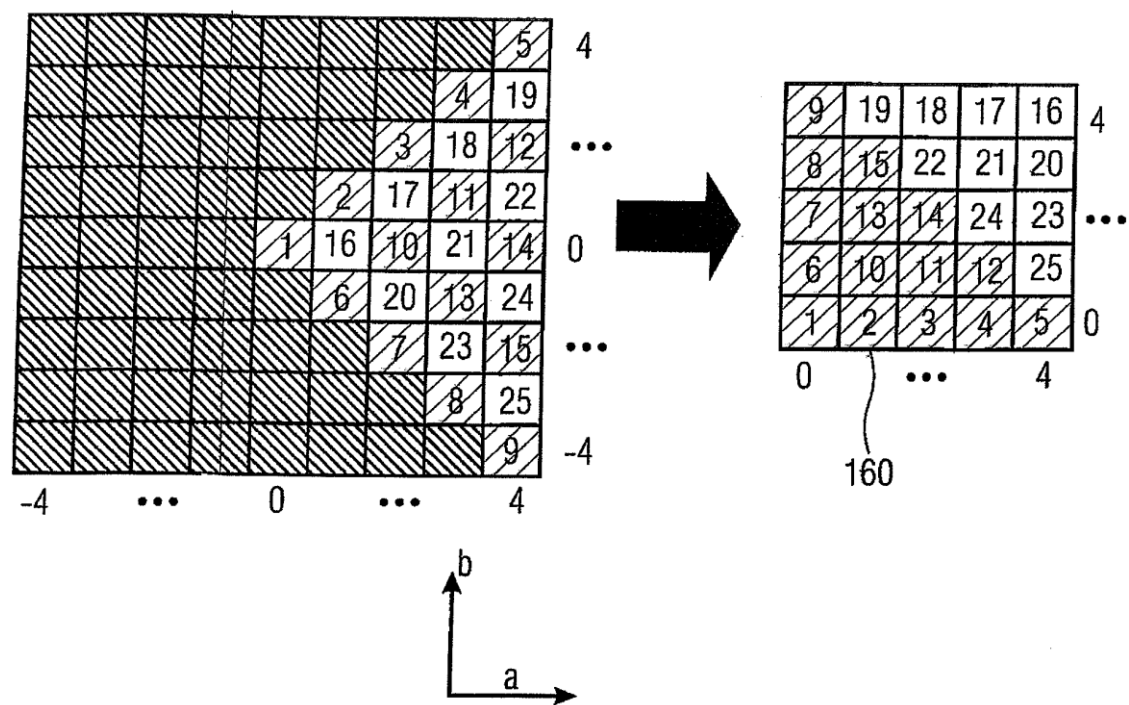
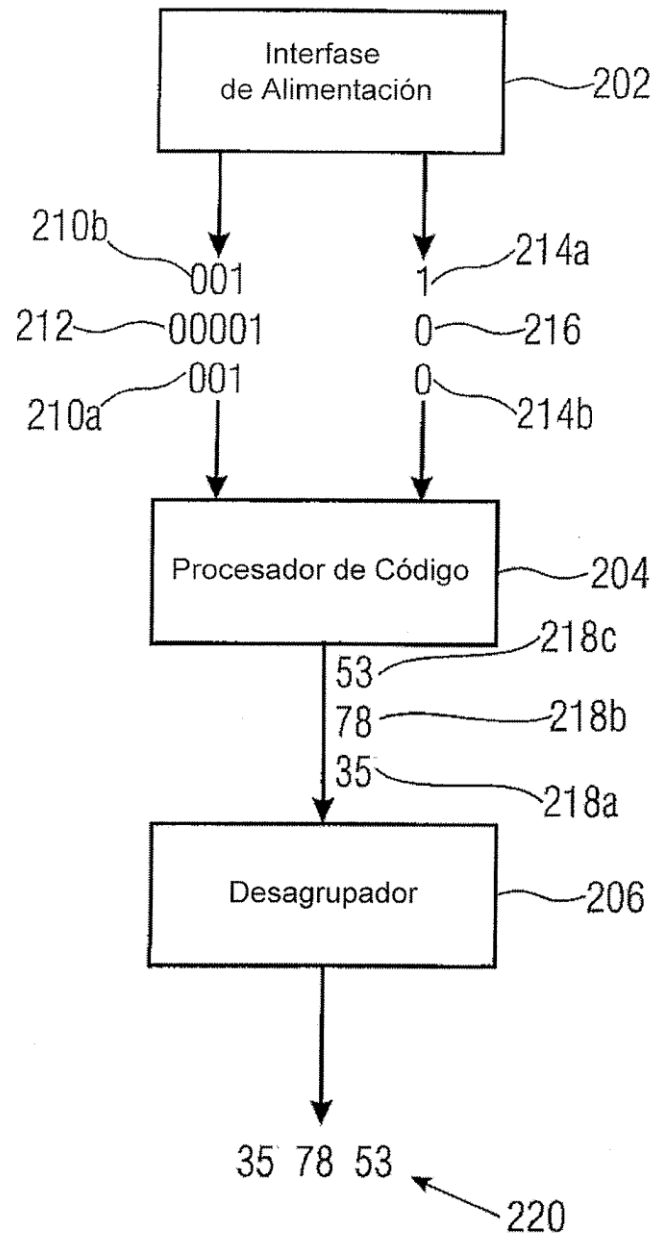


FIGURA 5



200

FIGURA 6

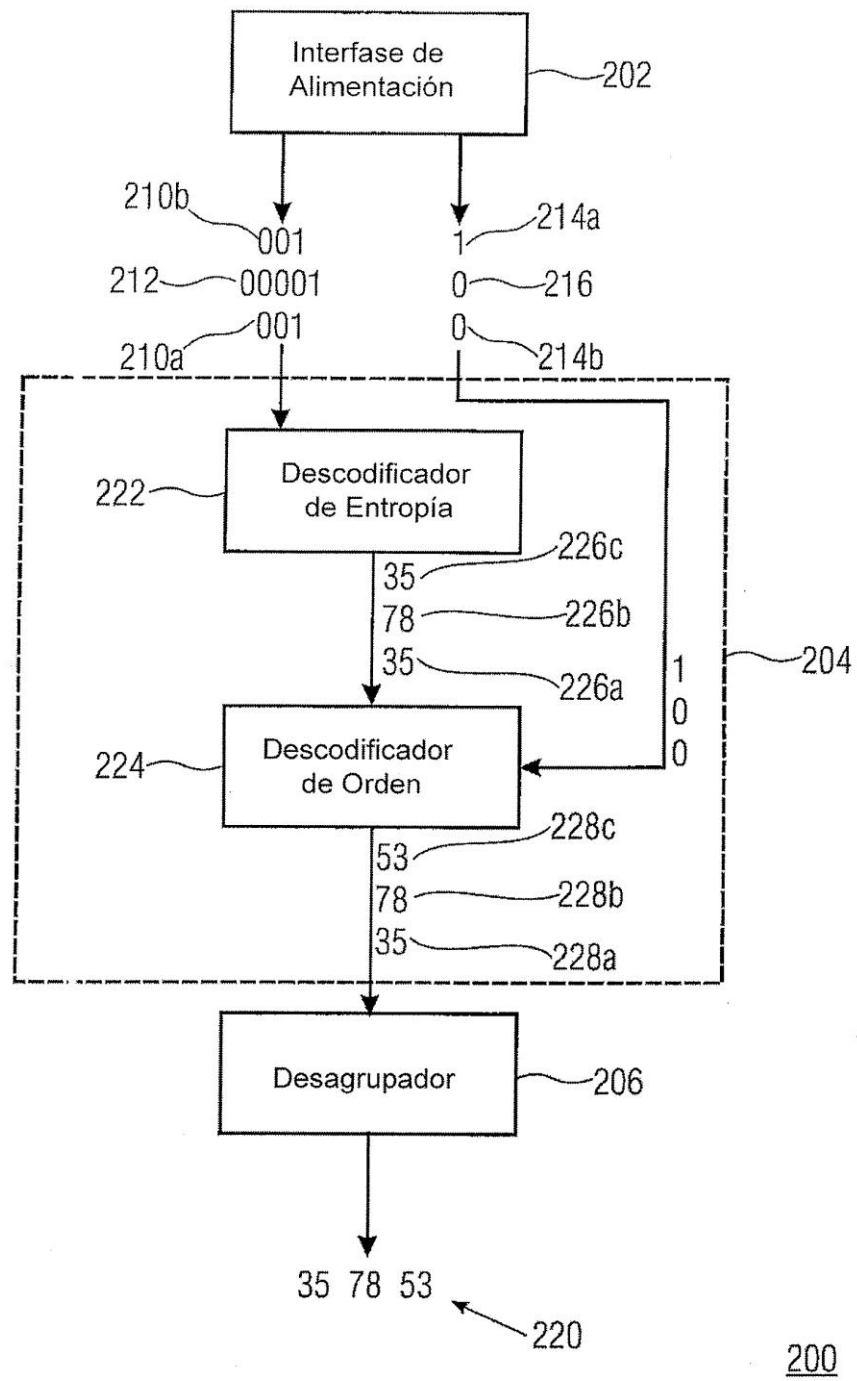


FIGURA 7

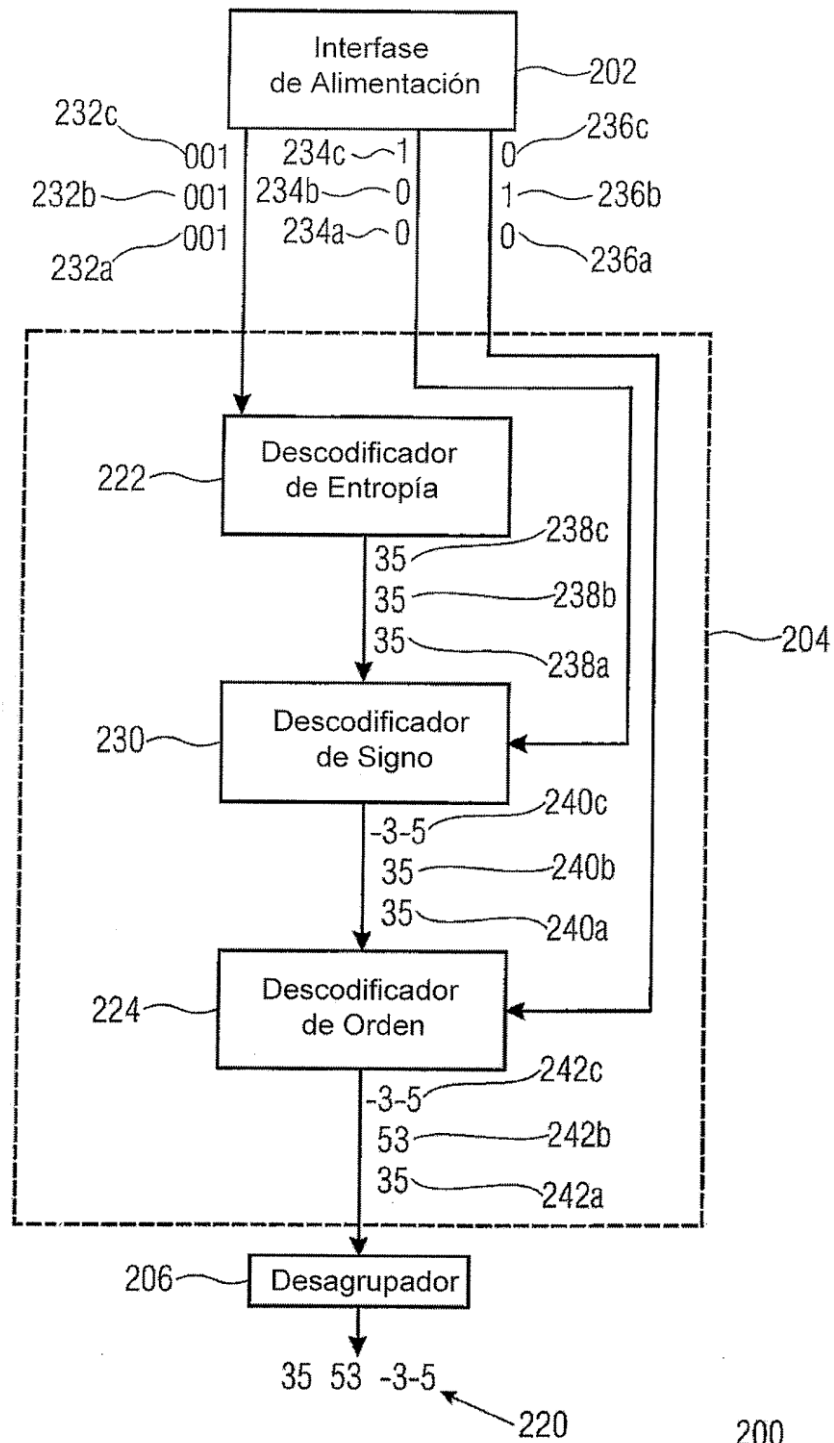


FIGURA 8

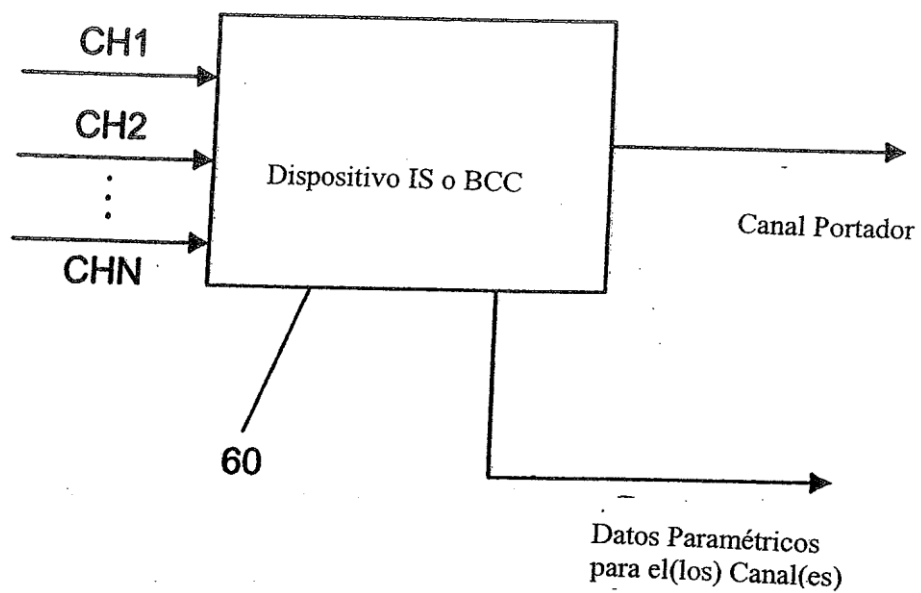


FIGURA 9