

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 908 216**

51 Int. Cl.:

**H04N 19/11** (2014.01)

**H04N 19/15** (2014.01)

**H04N 19/167** (2014.01)

**H04N 19/18** (2014.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2017 PCT/EP2017/083334**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018 WO18114813**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2017 E 17816848 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.12.2021 EP 3556097**

54 Título: **Codificación de imágenes utilizando una adaptación de predicción dependiente de la subbanda para la codificación de entropía de GCLI**

30 Prioridad:

**19.12.2016 EP 16205187**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.04.2022**

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR  
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN  
FORSCHUNG E.V. (50.0%)  
Hansastr. 27c  
80686 München, DE y  
INTOPIX S.A. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**KEINERT, JOACHIM;  
BUYSSCHAERT, CHARLES DANIEL;  
DESSY, VALENTIN;  
MARTÍNEZ DEL AMOR, MIGUEL ANGEL y  
PELLEGRIN, PASCAL HUBERT**

74 Agente/Representante:

**PONTI & PARTNERS, S.L.P.**

**ES 2 908 216 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 imágenes utilizando una adaptación de predicción dependiente de la subbanda para la codificación de entropía de GCLI

5

**[0001]** La presente invención está relacionada con la codificación de imágenes y, particularmente, con la codificación de imágenes que se basa en una codificación de entropía del índice de línea común más grande (GCLI).

### 1.1 Transformada de imagen

10

**[0002]** La compresión de imagen y vídeo aplica típicamente una transformada antes de ejecutar la codificación de entropía. La referencia [5], por ejemplo, utiliza una predicción basada en bloques, mientras que las referencias [1][2][3][4] abogan por las transformadas de ondícula.

15 **[0003]** Tal transformada de ondícula se representa en la Fig. 1. Descompone una imagen en un número de subbandas. Como se representa en la Fig. 1, el número de descomposiciones horizontales podría ser diferente del número de descomposiciones verticales. En cada etapa de descomposición, la subbanda de paso bajo de la descomposición anterior se descompone adicionalmente. La subbanda L5 representa una versión submuestreada de la imagen, mientras que las otras subbandas contienen la información detallada.

20

**[0004]** Después de la transformada de frecuencia, los coeficientes de las subbandas se codifican por entropía. En otras palabras, los coeficientes  $g > 1$  de una subbanda AB $m$ , con  $A, B \in \{L, H\}$ ,  $m \in N$ ,  $m \in M$  se forman en un *grupo de coeficientes*. A continuación, se señala el número de planos de bits restantes, seguido de los bits de datos en bruto. En la siguiente sección se explican más detalles sobre la técnica de codificación.

25

**[0005]** La Fig. 1 ilustra una transformada de ondícula ejemplar específica de una imagen. En este ejemplo, se suponen dos descomposiciones verticales y cuatro horizontales.

30 **[0006]** Particularmente, una primera subbanda es la subbanda HL1 101 que resulta de un filtrado de paso alto en la dirección vertical o  $y$ , y un filtrado de paso bajo en la dirección horizontal o  $x$ . La subbanda 102 indicada como HH1 resulta de acciones de filtrado de paso alto tanto en la dirección vertical como en la horizontal. Además, la subbanda LH1 indicada en 103 resulta del filtrado de paso bajo vertical y el filtrado de paso alto horizontal de la subbanda resultante del filtrado de paso bajo de la imagen. Además, la subbanda 105 indicada en HH2 resulta de acciones de filtrado de paso alto vertical y horizontal de la subbanda resultantes del filtrado de paso bajo de la imagen.

35

**[0007]** Además, la subbanda 104 indicada en HL2 resulta del filtrado de paso alto vertical y el filtrado de paso bajo horizontal de la subbanda resultante del filtrado de paso bajo de la imagen. La subbanda 106 indicada en LH2 resulta de filtrado de paso bajo vertical y filtrado de paso alto horizontal de la subbanda resultante del filtrado de paso bajo de la imagen. Análogamente, la subbanda 107 resulta del filtrado de paso alto horizontal de una subbanda generada por dos filtrados de paso bajo tanto en dirección horizontal como en vertical, y la subbanda 108 indicada en H4 resulta del filtrado de paso alto vertical de una subbanda generada por dos filtrados de paso bajo en dirección vertical y tres filtrados de paso bajo en dirección horizontal, y la subbanda 109 ilustra la imagen de paso bajo aproximada.

45 **[0008]** La Fig. 2a ilustra el principio de codificación de GCLI donde un grupo de coeficientes está formado por cuatro valores, donde cada valor está representado por un cierto número de planos de bits tales como ocho planos de bits y un bit de signo indicado en  $s_0, s_1, s_2, s_3$ . Naturalmente, se puede formar cualquier otro grupo de coeficientes, tal como un grupo que tiene solo dos o solo tres o incluso más de cuatro coeficientes. Además, existe un coeficiente único para cada posición en cada subbanda 101 a 109 para cada color. Por lo tanto, dado que se utiliza una representación de tres colores, existen tres coeficientes para cada posición en cada una de las subbandas ilustradas en la Fig. 1.

50

### 1.2 Principio de codificación

55 **[0009]** La Fig. 2a ilustra el principio de la codificación de GCLI. Un número de coeficientes (que es mayor que uno), pertenecientes a la misma subbanda de una transformada de frecuencia, se combinan en un grupo. Estos coeficientes se representan en la representación de signo-magnitud. El coeficiente más grande del grupo determina el número de planos de bits activos. Un plano de bits se denomina activo, si al menos un bit de coeficiente del plano de bits en sí o cualquier plano de bits anterior - que sea más significativo - es distinto de cero. El número de planos de bits activos viene dado por el denominado valor de GCLI (índice de línea codificada más grande). Un valor de GCLI de cero significa que no hay planos de bits activos y, por lo tanto, el grupo de coeficientes completo es cero.

60

**[0010]** Para la codificación con pérdida, algunos de los planos de bits podrían estar truncados. Esto corresponde a una cuantificación con un factor que es una potencia de dos. La cuantificación está especificada por el denominado GTLI (índice de línea recortada más grande). Un GTLI de cero corresponde a ninguna cuantificación. En

65

lo siguiente, los planos de bits activos que quedan después de la cuantificación se denominan planos de bits restantes. Además, en lo siguiente, el GTLI también se denomina punto de truncamiento.

5 **[0011]** Estos planos de bits restantes a continuación se transmiten como bits en bruto al decodificador. Para permitir la decodificación correcta, el decodificador necesita conocer el número de planos de bits restantes/transmitidos para cada grupo de coeficientes. En consecuencia, también deben ser señalizados al decodificador. Esto se hace mediante un código de longitud variable que representa la diferencia con el número de planos de bits restantes de un grupo de coeficientes anterior. Este grupo de coeficientes anterior puede ser, en principio, cualquier grupo de coeficientes que el codificador ya haya codificado antes. Por lo tanto, puede ser, por ejemplo, un grupo vecino  
10 horizontal o vertical.

**[0012]** El procedimiento descrito a continuación es independiente del orden de transmisión de las diferentes partes del tren de bits. Por ejemplo, es posible colocar primero los coeficientes de GCLI de todas las subbandas en el tren de bits, seguidos de los bits de datos de todas las subbandas. Alternativamente, el GCLI y los bits de datos podrían  
15 intercarse.

### 1.3 Organización de coeficientes

**[0013]** Los coeficientes de la transformada de frecuencia representada en la Fig. 1 están organizados en los denominados precintos como se representa en la Fig. 3. Los precintos agrupan los coeficientes de subbandas diferentes que pertenecen a la misma región espacial en la imagen de entrada.

**[0014]** La parte superior de la Fig. 3 ilustra la distribución de los precintos individuales 1, 2,... dentro de las subbandas individuales 101 a 109 ilustradas en la Fig. 1. Típicamente, un precinto define un área espacial que tiene, por ejemplo, una altura de dos líneas que tiene el mismo ancho que la imagen y consiste en, por ejemplo, 3840  
25 columnas. Naturalmente, un precinto también puede incluir otras alturas de líneas como tres o cuatro o incluso más alturas de línea y más o menos columnas. Sin embargo, se prefiere un número de líneas que pueda dividirse entre dos.

30 **[0015]** En particular, el precinto tiene las dos primeras líneas de HH1 indicadas en 301 y 302 y las dos primeras líneas de LH1 indicadas en 303, 304. Además, el precinto tiene las dos primeras líneas de HL1 indicadas en 305 y 306 y una sola línea de HL2 indicada en 309, una sola línea de HH2 indicada en 307, una sola línea de LH2 indicada en 308, una sola línea de H3 indicada en 310, una sola línea de H4 indicada en 311 y una sola línea de L5 indicada en 312. El número final de precintos que se utilizan para una imagen depende del número de líneas de la imagen y  
35 cuántas líneas se incluyen dentro de un precinto.

### 1.4 Esquemas de predicción

**[0016]** Para permitir que el decodificador recupere la señal, necesita conocer el valor de GCLI para cada grupo de coeficientes. En el estado de la técnica [2] se encuentran disponibles diferentes procedimientos para señalizarlos de manera eficiente.

#### 1.4.1 Modo EN BRUTO

45 **[0017]** En el modo EN BRUTO, el valor de GCLI se transmite sin ninguna predicción o prediciéndolo desde cero. Por lo tanto, sea  $F_1$  el grupo de coeficientes que se codificará a continuación. Entonces el valor de GCLI puede ser codificado por un residuo de la siguiente predicción:

$$\delta = \max(\text{GCLI}(F_1) - \text{GTLI}(F_1), 0)$$

50 **[0018]** Para este valor, se pueden utilizar dos códigos diferentes. El primero es transmitir el valor  $\delta$  como un código binario de longitud fija donde se ilustra un ejemplo en la siguiente tabla.

Residuo de predicción $\delta$	Valor codificado
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
...	...

**[0019]** El segundo código es un código unario sin signo de longitud variable representado en la siguiente tabla y también descrito en [7] como codificación unaria sin signo GCLI sin predicción.

Residuo de predicción $\delta$	Valor codificado
0	0
1	10
2	110
3	1110
...	...

5 **[0020]** En una realización alternativa, se puede construir un código alternativo reemplazando 0 por 1 y viceversa en la tabla anterior.

#### 1.4.2 Predicción horizontal

10 **[0021]** Sean  $F_1$  y  $F_2$  dos grupos de coeficientes adyacentes horizontalmente, que consisten en  $g > 1$  coeficientes. Sea  $F_2$  el grupo de coeficientes que se codificará actualmente. Entonces,  $GCLI(F_2)$  puede señalizarse al decodificador transmitiendo

$$\delta = \begin{cases} \text{máx}(GCLI(F_2), GTLI(F_2)) - \text{máx}(GCLI(F_1), GTLI(F_2)) & \text{si } GCLI(F_1) > GTLI(F_1) \\ \text{máx}(GCLI(F_2), GTLI(F_2)) - GTLI(F_2) & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

15 **[0022]** El decodificador recupera  $GCLI(F_2)$  calculando

$$GCLI'(F_2) = \delta + \begin{cases} \text{máx}(GCLI(F_1), GTLI(F_2)) & \text{si } GCLI(F_1) > GTLI(F_1) \\ GTLI(F_2) & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

$$GCLI(F_2) = \begin{cases} GCLI'(F_2) & \text{si } GCLI'(F_2) > GTLI(F_2) \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

20 **[0023]** En la predicción horizontal, típicamente  $GTLI(F_1) = GTLI(F_2)$  es válido, y  $\delta$  se transmite típicamente como un código de longitud variable. Esencialmente, esto significa que

$$\delta = \text{máx}(GCLI(F_2), GTLI(F_2)) - \text{máx}(GCLI(F_1), GTLI(F_2))$$

#### 25 1.4.3 Predicción vertical

**[0024]** Sean  $F_1$  y  $F_2$  dos grupos de coeficientes adyacentes verticalmente, que consisten en  $g > 1$  coeficientes. Sea  $F_2$  el grupo de coeficientes que se codificará actualmente.

30 **[0025]**  $GCLI(F_2)$  puede codificarse de la misma manera que en la Sección 1.4.2.

**[0026]** En una realización alternativa, se puede utilizar la siguiente fórmula de predicción para la predicción vertical:

35 
$$\delta = \text{máx}(GCLI(F_2), GTLI(F_2)) - \text{máx}(GCLI(F_1), \text{máx}(GTLI(F_1), GTLI(F_2)))$$

**[0027]** El decodificador entonces recupera  $GCLI(F_2)$  calculando

$$GCLI'(F_2) = \delta + \text{máx}(GCLI(F_1), \text{máx}(GTLI(F_1), GTLI(F_2)))$$

40 
$$GCLI(F_2) = \begin{cases} GCLI'(F_2) & \text{si } GCLI'(F_2) > GTLI(F_2) \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

### 1.5 Modos de codificación

**[0028]** Además de los modos de predicción, se pueden utilizar diferentes modos de codificación. El antecedente [6], por ejemplo, propone un procedimiento para comprimir cero GCLI de manera más eficiente. Con este fin, para cada grupo de ocho GCLI una bandera de un solo bit indica si el grupo de GCLI es cero o no. Los grupos de cero GCLI no se codifican adicionalmente, mientras que los grupos GCLI que no son cero se codifican como se describe en la Sección 1.4.2.

**[0029]** A continuación, los modos de codificación se consideran simplemente como modos de predicción adicionales por razones de simplicidad.

**[0030]** En la Fig. 2b se ilustran ecuaciones ejemplares para el cálculo de los diferentes modos de codificación para el modo de predicción horizontal o vertical con respecto al lado del codificador. Además, la Fig. 2c ilustra ecuaciones ejemplares para el modo de predicción horizontal/vertical realizado en el lado del decodificador, y la Fig. 2d ilustra la funcionalidad del modo en bruto.

**[0031]** En el estado de la técnica [2] y [6], el procedimiento de predicción a utilizar se selecciona en base a un precinto. En otras palabras, los valores de GCLI de todas las subbandas del precinto se predicen mediante el mismo esquema. Esto, sin embargo, no aprovecha todo el potencial del códec.

**[0032]** Un objeto es proporcionar un esquema de codificación o decodificación mejorado para procesamiento de imágenes.

**[0033]** Este objeto se logra mediante un aparato para codificar datos de imagen de la reivindicación 1, un aparato para decodificar una señal de imagen codificada de acuerdo con la reivindicación 7, un procedimiento para codificar datos de imagen de la reivindicación 12, un procedimiento para decodificar una señal de imagen codificada de la reivindicación 13, una señal de imagen codificada de la reivindicación 14 o un programa informático de la reivindicación 15.

**[0034]** La presente invención se basa en el hallazgo de que la eficiencia de codificación, por un lado, o la calidad de codificación, por otro lado, se pueden mejorar determinando, para cada subbanda dentro de un precinto, es decir, para cada pluralidad de coeficientes de una subbanda dentro de un precinto, un modo de codificación propio para codificar los datos de índice de línea codificada más grande (GCLI).

**[0035]** Por lo tanto, un concepto para codificar datos de imagen, donde los datos de imagen se descomponen en una pluralidad de subbandas diferentes, donde cada subbanda comprende una pluralidad de coeficientes, y en el que un precinto comprende diferentes conjuntos de coeficientes de subbandas diferentes, donde dos conjuntos de coeficientes de un precinto pertenecen a una cierta región espacial de una imagen representada por los datos de imagen se basa en una determinación de un índice de línea codificada más grande para cada grupo de coeficientes dentro de un conjunto de coeficientes y, además, se basa en un codificador para codificar los índices de línea codificada más grandes asociados con un cierto conjunto de un precinto de acuerdo con un primer modo de codificación y para codificar los índices de línea codificada más grandes asociados con un segundo conjunto del mismo precinto de acuerdo con un segundo modo de codificación, donde el segundo modo de codificación es diferente del primer modo de codificación. Además, la interfaz de salida de un aparato para codificar datos de imagen produce como salida una señal de imagen codificada que tiene datos sobre los índices de línea codificada más grandes para las subbandas/conjuntos de coeficientes individuales y, además, datos sobre los coeficientes correspondientes.

**[0036]** En el lado del decodificador, la presente invención se basa en la funcionalidad de que hay un determinador de modo de decodificación para determinar diferentes modos de decodificación para los datos sobre los índices de línea codificada más grandes para subbandas diferentes dentro de un precinto, en el que los datos sobre los coeficientes representan datos de imágenes que son descompuestos en una pluralidad de subbandas diferentes, comprendiendo cada subbanda una pluralidad de coeficientes, donde el precinto comprende diferentes conjuntos de coeficientes de subbandas diferentes. Particularmente, el decodificador para decodificar los datos sobre los índices de línea codificada más grandes para el primer conjunto en el primer precinto utiliza un primer modo de decodificación y para decodificar los datos sobre los índices de línea codificada más grandes codificados para el segundo conjunto en el precinto, se utiliza un segundo modo de decodificación según lo determinado por el determinador de modo de decodificación. Además, los datos sobre los coeficientes se decodifican a continuación utilizando los datos de índice de línea codificada más grande decodificados obtenidos utilizando los diferentes modos de decodificación por subbanda o conjunto de coeficientes.

**[0037]** Debido al hecho de que los modos de codificación o decodificación individuales son posibles para conjuntos individuales de coeficientes o subbandas dentro de un precinto, se mejora la eficiencia computacional, ya que se reduce el número de bits para codificar los valores de índices de línea codificada más grandes (GCLI). Esto se debe al hecho de que existe un elevado potencial de valores de GCLI correlacionados o estrechamente relacionados dentro de una subbanda, lo que los hace útiles para algún tipo de predicción, pero los valores de GCLI pueden variar

sustancialmente dentro de un precinto de subbanda a subbanda.

**[0038]** Las realizaciones preferidas se basan de una determinación de modo real en función de la subbanda individual. Por lo tanto, en una realización, se puede predeterminar un modo de codificación específico para cada subbanda independientemente de los datos reales. Tal procedimiento es extremadamente eficiente, ya que el modo de codificación no tiene que transmitirse del codificador al decodificador, sino que puede predeterminarse en el lado del codificador y en el lado del decodificador.

**[0039]** Otras realizaciones se basan en una determinación real del modo de codificación en función de los datos de imagen. Una realización específica se basa en el cálculo de los presupuestos de datos para las subbandas o precintos individuales para determinar el modo de codificación para cada subbanda. Este procedimiento se puede utilizar totalmente integrado dentro de una determinación de cuantificación basada en un procedimiento GTLI (GTLI = índice de nivel recortado más grande o índice de línea recortada más grande) que corresponde a un determinado punto de truncamiento). Sin embargo, la codificación de GTLI también se puede utilizar como codificación sin pérdida, donde no se realiza ningún truncamiento y, por lo tanto, no es necesario ningún procesamiento de GTLI. Sin embargo, se prefiere utilizar, además del procesamiento de GCLI, también el procesamiento de GLTI para adaptar la tasa de bits a una determinada tasa de bits objetivo o para obtener una tasa de bits constante según pueda ser el caso.

**[0040]** Realizaciones adicionales se basan en el procedimiento mixto, donde, para determinadas subbandas dentro de un precinto, los mismos o diferentes modos de codificación están predeterminados y donde, para otras, típicamente, las subbandas inferiores que representan la información de alta resolución, los modos de codificación se calculan en función de los presupuestos de bits requeridos, es decir, se calculan en función de los datos de imagen reales.

**[0041]** Realizaciones adicionales se basan en una determinación del índice de línea codificada más grande para un grupo de coeficientes, donde el número de coeficientes dentro de un grupo es mayor que dos y, preferentemente, igual a cuatro. Además, la codificación o cuantificación con pérdida real en función del punto de truncamiento determinado, es decir, el procesamiento de GTLI se realiza de tal manera que se determina el mismo GTLI para un precinto entero. Sin embargo, en otras realizaciones, se determina el mismo GTLI para una subbanda individual. Por lo tanto, se prefiere utilizar una granularidad más alta para la determinación del punto de truncamiento en comparación con la determinación del índice de línea codificada más grande.

**[0042]** En realizaciones adicionales, se realizan tres modos de codificación diferentes, es decir, un modo de predicción horizontal, un modo de predicción vertical o un modo en bruto sin ninguna predicción. Sin embargo, también se pueden realizar otros modos de codificación, tales como un modo de longitud de ejecución, o un modo de predicción no en la dirección horizontal o vertical, sino en una especie de dirección oblicua donde, por ejemplo, no se realiza una predicción entre valores de GCLI de coeficientes contiguos entre sí verticalmente, sino que se realiza una predicción entre GCLI asociados con coeficientes que están desplazados entre sí horizontalmente. De este modo, los diferentes modos de codificación se pueden determinar según sea necesario y, por lo tanto, se puede determinar que sean cinco, seis o incluso más modos de codificación. Además, los modos de codificación no necesariamente tienen que incluir siempre un modo de predicción horizontal o vertical, sino que los diferentes modos de codificación también pueden consistir, por ejemplo, en el modo en bruto y el modo oblicuo o cualquier otra combinación de modos de codificación.

**[0043]** En realizaciones adicionales, se realizan otros procedimientos dentro del codificador o el decodificador. Particularmente, los datos de imagen se pueden someter a una transformada de color antes de ser introducidos en la operación de transformada de ondícula discreta. De manera alternativa o adicional, se puede realizar una transformada de signo-magnitud antes de realizar la extracción de GCLI.

**[0044]** Además, el resultado de la predicción de GCLI se puede codificar por entropía tal como mediante el uso de un código unario mientras, por ejemplo, los datos en bruto se introducen en el tren de bits tal cual, es decir, sin codificación adicional.

**[0045]** Además, el resultado del truncamiento o recorte de GTLI de los datos de coeficientes se puede introducir en el tren de datos tal cual, es decir, empaquetado en el tren de datos, pero, alternativamente, se pueden utilizar además operaciones de codificación adicionales tales como codificación Huffman o codificación aritmética o cualquier otro tipo de codificación por entropía. Sin embargo, por razones de complejidad, se prefiere empaquetar la salida del recorte o truncamiento controlado de GTLI, es decir, a los bits restantes entre un plano de bits indicado de GCLI y un plano de bits indicado de GTLI directamente en la señal de imagen codificada, es decir, directamente en un tren de bits de datos binarios.

**[0046]** A continuación se analizan realizaciones preferidas de la presente invención con respecto a los dibujos adjuntos, en los que:

la Fig. 1 ilustra una transformada de ondícula de una imagen con dos descomposiciones verticales y cinco horizontales ejemplares;

- la Fig. 2a ilustra un principio de codificación de GCLI;
- la Fig. 2b ilustra reglas de predicción para la predicción horizontal o vertical con respecto al lado del codificador;
- la Fig. 2c ilustra reglas de predicción para una predicción "inversa" con respecto a la predicción horizontal o vertical relacionada con el lado del decodificador;
- 5 la Fig. 2d ilustra un modo en bruto;
- la Fig. 3 ilustra organizaciones de precinto;
- la Fig. 4 ilustra un diagrama de bloques de un esquema de predicción adaptativa de subbanda por subbanda;
- la Fig. 5 ilustra un esquema de predicción fijo para reducir la complejidad del codificador;
- la Fig. 6 ilustra un diagrama de bloques de un aparato para codificar datos de imagen de una realización;
- 10 la Fig. 7 ilustra un aparato para decodificar una señal de imagen codificada de una realización;
- la Fig. 8a ilustra una implementación de un determinador de modo para determinar los modos de codificación para las subbandas;
- la Fig. 8b ilustra una implementación adicional del determinador del modo de codificación para el cálculo del modo de codificación para una subbanda;
- 15 la Fig. 8c ilustra una realización adicional de un determinador de modo de codificación;
- la Fig. 8d ilustra un procedimiento de cuantificación basado en una memoria tampón de datos en bruto y un punto de truncamiento seleccionado para una subbanda como, por ejemplo, el determinado por el procedimiento de la Fig. 8c;
- la Fig. 9 ilustra una realización adicional de un aspecto que ilustra la cooperación de la determinación de los valores de GTLI y el procedimiento de la cuantificación;
- 20 la Fig. 10 ilustra un precinto que tiene un primer conjunto de coeficientes para una primera subbanda, un segundo conjunto de coeficientes para una segunda subbanda y grupos individuales de coeficientes;
- la Fig. 11 ilustra una señal de imagen codificada producida como salida por el aparato para codificación de la Fig. 6, por ejemplo, o introducida en un aparato para decodificación de la Fig. 7, por ejemplo;
- 25 la Fig. 12 ilustra un procedimiento realizado por el decodificador incluido dentro de un aparato para decodificar una señal de imagen codificada de la Fig. 11;
- la Fig. 13 ilustra un diagrama de bloques de un codificador en una realización adicional;
- la Fig. 14 ilustra un diagrama de bloques de un decodificador en una realización adicional;
- la Fig. 15 ilustra una implementación adicional de un aspecto del codificador; y
- 30 la Fig. 16 ilustra un diagrama esquemático que muestra la cooperación entre el codificador de entropía y la asignación de tasa.

**[0047]** La Fig. 6 ilustra un aparato para codificar datos de imagen, donde los datos de imagen se descomponen en una pluralidad de subbandas diferentes, donde cada subbanda comprende una pluralidad de coeficientes. Particularmente, un precinto comprende diferentes conjuntos de coeficientes de subbandas diferentes, y dos conjuntos de coeficientes de un primer precinto pertenecen a una primera región espacial de una imagen representada por los datos de imagen y, por ejemplo, dos conjuntos de coeficientes de un segundo precinto pertenecen a una segunda región espacial de una imagen representada por los datos de imagen, donde la primera región espacial y la segunda región espacial son diferentes entre sí y son, preferentemente, incluso exclusivas entre sí, de modo que la primera región espacial y la segunda región espacial no tienen ninguna posición de subbanda en común. En este contexto, la región espacial de un coeficiente puede definirse directamente en el dominio de los coeficientes de transformada, o en el dominio del dominio de imagen, cuando se relaciona el coeficiente de transformada con su coeficiente de filtro central.

**[0048]** El aparato para codificar datos de imagen comprende un procesador 600 para determinar, para cada grupo de coeficientes dentro de un conjunto de coeficientes, un índice de línea codificada más grande (GCLI). Además, el aparato comprende un codificador 660 para codificar los índices de línea codificada más grandes asociados con un primer conjunto del primer precinto de acuerdo con un primer modo de codificación y para codificar los índices de línea codificada más grandes asociados con un segundo conjunto del primer precinto de acuerdo con un segundo modo de codificación, siendo el segundo modo de codificación posiblemente diferente del primer modo de codificación. Además, el aparato comprende una interfaz de salida 680 para producir como salida una señal de imagen codificada (salida) que tiene datos sobre los índices de línea codificada más grandes y datos sobre los valores de coeficientes. Particularmente, los coeficientes se codifican utilizando un codificador de datos de imagen/coeficientes 620 también ilustrado en la Fig. 6. El codificador de datos de imagen/coeficientes 620 recibe, como una entrada, preferentemente los mismos datos de imagen que se introducen en el procesador 600. Además, el bloque 620 también recibe los datos de GCLI para cada grupo, y el bloque 620 produce como salida datos sobre coeficientes que también están incluidos en la señal de datos de salida por la interfaz de salida 680. Preferentemente, los modos de codificación utilizados son un modo de predicción vertical, un modo de predicción horizontal, un modo de codificación en bruto o un modo de longitud de ejecución cero o, como se indicó anteriormente, un modo de predicción oblicua o cualquier otro modo de codificación o procesamiento.

**[0049]** La Fig. 7 ilustra un aparato correspondiente para decodificar una señal de imagen codificada. La señal de imagen codificada se introduce en un decodificador 720. Además, el aparato para decodificación comprende un determinador de modo de decodificación para determinar diferentes modos de decodificación para los datos sobre los índices de línea codificada más grandes para subbandas diferentes dentro de un precinto. Este modo de decodificación

por subbanda de un precinto se reenvía a través de la conexión 730 desde el determinador de modo de decodificación 700 al decodificador 720. Dependiendo de la implementación, el determinador de modo de decodificación 700 es alimentado por la señal de imagen codificada para extraer el modo de decodificación, cuando tal indicación de modo de decodificación está incluida en la señal de imagen codificada. Sin embargo, en otras realizaciones, cuando el modo de decodificación por subbanda es fijo o predeterminado, el determinador del modo de decodificación solo utiliza esta asignación de modo de decodificación predeterminado por subbanda y no necesita la señal de imagen codificada. Por lo tanto, la conexión entre la señal de imagen codificada y el determinador de modo de decodificación 700 se ilustra como una línea discontinua para mostrar la opcionalidad. En consecuencia, la flecha con "asignación de modo de decodificación de subbanda predeterminado" que conduce al bloque 700 también se ilustra en líneas discontinuas.

**[0050]** La Fig. 8a ilustra una implementación preferida de un determinador de modo de codificación 640 también ilustrado en la Fig. 6 como conectado al codificador 660 para la codificación de GCLI. El determinador de modo 640 está configurado para determinar el primer modo de codificación y el segundo modo de codificación para los conjuntos de coeficientes en función de la subbanda correspondiente, a la que pertenece un conjunto de coeficientes. Este procedimiento se ilustra en la Fig. 8a en los bloques 802 y 804. En la Fig. 5 se ilustra un modo de codificación ejemplar por asignación de subbanda para cada una de las nueve subbandas ejemplares 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109. En particular, las subbandas 101, 104 se basan en el modo de predicción horizontal para la codificación de datos de GCLI y las otras subbandas 102, 103, 105, 106, 107, 108, 109 se basan en el modo de predicción vertical por subbanda.

**[0051]** En una realización alternativa, la determinación del modo de codificación para una subbanda realizada por el determinador de modo 640 se realiza como se ilustra en la Fig. 8b. Particularmente, el determinador de modo 640 está configurado para determinar el primer modo de codificación y el segundo modo de codificación calculando 810 un primer presupuesto de bits para un primer precinto y el primer conjunto de coeficientes dentro del primer precinto y el primer modo de codificación. Además, el determinador de modo 640 calcula 812 un segundo presupuesto de bits para el primer precinto y el primer conjunto de coeficientes, pero ahora para un segundo modo de codificación. Tanto el primer presupuesto de bits como el segundo presupuesto de bits calculados por los bloques 810, 812 son utilizados por el determinador de modo 640 para seleccionar 814 un modo de codificación para el primer conjunto de coeficientes del primer precinto. A continuación, en la etapa 816 realizada por la interfaz de salida 680 de la Fig. 6, en la señal de imagen codificada se incluye una indicación del modo de codificación seleccionado para el primer conjunto de coeficientes. Esto también se indica por la línea discontinua 660 de la Fig. 6. En el caso de más de dos modos de codificación, las etapas anteriores se repiten en consecuencia.

**[0052]** La Fig. 4 ilustra una implementación adicional de un diagrama de bloques del esquema de predicción adaptativa de subbanda por subbanda.

**[0053]** La Fig. 4 ilustra el diagrama de bloques correspondiente. La salida de la transformada de frecuencia 400 opcionalmente es precuantificada 402 antes de ser enviada a un bloque de cálculo de presupuesto 410-414. El bloque de cálculo de presupuesto 410-414 calcula para cada subbanda y para cada posible GTLI (punto de truncamiento) y cada procedimiento de predicción relevante el presupuesto requerido para la subbanda dada del precinto a codificar.

**[0054]** Apoyado por esta información, el selector de modo de predicción 421-425 elige para cada subbanda y cada posible punto de truncamiento el mejor procedimiento de predicción a utilizar. Típicamente, esto se hace seleccionando el procedimiento de predicción con el presupuesto de bits resultante más pequeño para codificar los GCLI. Alternativamente, se puede utilizar una heurística basada en datos anteriores.

**[0055]** A continuación, esta información se reenvía al control de tasa 430, que combina la información de tasa disponible y selecciona un punto de truncamiento para cada subbanda. A continuación se realiza la codificación utilizando el procedimiento de predicción determinado por el selector de modo de predicción 421-425 para el punto de truncamiento elegido.

**[0056]** Para permitir que el decodificador decodifique adecuadamente la imagen, se incluye información de señalización correspondiente (660 de la Fig. 1) en el tren de bits, que informa al decodificador sobre el esquema de predicción elegido para cada subbanda. Dado que esta información de señalización solo se requiere en la granularidad de la subbanda del precinto, y se requiere un pequeño número de bits para esta señalización, se puede despreciar el impacto sobre la eficiencia de codificación.

**[0057]** La Fig. 8c ilustra una implementación adicional del determinador de modo 640. El determinador de modo comprende un calculador de presupuesto de subbanda que corresponde a los bloques 410 a 414 de la Fig. 4, un selector de modo de predicción para responder a los bloques 421-425 de la Fig. 4, un combinador de presupuesto 431 y un selector de punto de truncamiento 432, donde tanto el combinador de presupuesto 431 como el selector de punto de truncamiento 432 forman juntos el control de tasa ilustrado en 430 en la Fig. 4.

**[0058]** En particular, el calculador de presupuesto de subbanda 410 a 414 calcula un bit o, en general, un presupuesto de datos para (1) cada subbanda, (2) cada punto de truncamiento (GTLI) y (3) cada modo de codificación

de GCLI. Por lo tanto, cuando hay, por ejemplo, dos subbandas, cinco puntos de truncamiento diferentes y tres modos de codificación de GCLI diferentes, entonces el bloque 410-414, es decir, el calculador de presupuesto de subbanda calcula 30 presupuestos de datos diferentes. Esto se ilustra por la entrada en los bloques 410-414 que consisten en ID de subbanda, identificaciones de GCLI e identificaciones de modo de codificación.

5

**[0059]** En función del resultado del calculador de presupuesto de subbanda, el selector de modo de predicción genera presupuestos de bits o, en general, de datos para (1) cada subbanda y para (2) cada punto de truncamiento (GTLI), y, en particular, ahora para el modo de codificación de GCLI seleccionado. Obsérvese que el modo de codificación de GCLI seleccionado puede depender del punto de truncamiento considerado. El modo de codificación de GCLI seleccionado por subbanda y por punto de truncamiento es producido como salida por el selector de modo de predicción a través de la línea 660 que también se ilustra en la Fig. 6. Por lo tanto, a partir de los 30 valores originales generados por el calculador de presupuesto de subbanda para el ejemplo anterior, ahora quedan diez valores de presupuesto de bits/datos que se obtienen utilizando el mejor modo de predicción o, en general, utilizando el modo de codificación de GCLI seleccionado.

15

**[0060]** Estos diez valores ejemplares ahora son recibidos por el combinador de presupuesto 431 que calcula un presupuesto de bits/datos completo para un precinto para cada punto de truncamiento combinando los valores de presupuesto en términos de subbanda individuales para cada punto de truncamiento. Por lo tanto, para el presente ejemplo, el combinador de presupuesto 431 finalmente produce como salida cinco valores de presupuesto diferentes para los cinco puntos de truncamiento posibles diferentes. A continuación, entre estos cinco valores de presupuesto diferentes, el selector de punto de truncamiento 432 selecciona un punto de truncamiento asociado con un valor de presupuesto que está en consonancia con un presupuesto permitido para el precinto.

20

A continuación, los puntos de truncamiento seleccionados para cada subbanda se pueden refinar reduciendo el truncamiento para subbandas visualmente importantes sin exceder el presupuesto de bits disponible.

25

De este modo, se obtiene un punto de truncamiento para cada subbanda de un precinto que ahora es utilizado por el cuantificador 624 de la Fig. 8d para cuantificar o truncar los datos de plano de bits para cada coeficiente ilustrado de manera ejemplar en la Fig. 2a, donde estos datos se almacenan en la memoria tampón de datos en bruto como datos no truncados. Ahora, en función del punto de truncamiento seleccionado para cada subbanda/precinto y, de manera ejemplar, para cada color, se obtienen datos en bruto o datos de plano de bits truncados o cuantificados para cada color. Dependiendo de esta situación, se puede calcular un punto de truncamiento para cada color individualmente o se puede calcular un solo punto de truncamiento para todos los colores o incluso se pueden calcular dos puntos de truncamiento para un precinto con referencia, por ejemplo, siempre a dos subbandas dentro del precinto. De este modo, cuando un precinto tiene, por ejemplo, diez subbandas, entonces habría cinco puntos de truncamiento diferentes para tal precinto.

35

**[0061]** La Fig. 9 ilustra una implementación adicional de la funcionalidad ilustrada con respecto a la Fig. 8d. El determinador de GTLI ilustrado en la Fig. 8c por el bloque 431 y 432 genera un GTLI por grupo de coeficientes o un GTLI con una granularidad preferentemente más alta, tal como para un conjunto de coeficientes (en términos de subbanda), o un único GTLI por precinto. A continuación, en función de estos datos, los coeficientes son cuantificados por el cuantificador 624 para producir como salida coeficientes cuantificados.

40

**[0062]** La Fig. 10 ilustra una implementación ejemplar de un precinto que consiste en solo dos subbandas, donde un primer conjunto de coeficientes de una primera subbanda se ilustra en 1001, y un segundo conjunto de coeficientes de una segunda subbanda se ilustra en 1002, donde el primer conjunto de coeficientes tiene, por ejemplo, los grupos 1011 y 1012, y el segundo conjunto de coeficientes tiene los grupos 1013 y 1014.

45

**[0063]** Preferentemente, se utilizan cuatro coeficientes en un grupo, y se calcula un valor de GCLI para cada grupo de cuatro coeficientes, y se calcula un GTLI para cada conjunto de coeficientes, es decir, para una subbanda entera o se calcula un solo valor de GTLI para cada precinto, es decir, para todos los coeficientes de ambos conjuntos 1001 y 1002. Como ya se ha señalado anteriormente, un precinto generalmente comprende datos de coeficientes de una primera subbanda, datos de coeficientes de una segunda subbanda,... datos de coeficientes para la n-sima subbanda, donde todas las subbandas se refieren a la misma área espacial de una imagen.

50

**[0064]** La Fig. 11 ilustra una representación ejemplar de una señal de imagen codificada. Una señal de imagen codificada comprende una indicación de modo de decodificación 1101 y 1102 para una primera subbanda y una segunda subbanda generalmente indicadas como "información de señalización". Además, los datos de imagen ilustrados en la Fig. 11 comprenden datos codificados que compuestos de datos de imagen codificados y datos de GCLI codificados ilustrados en 1103. Además, la señal de imagen codificada puede comprender un encabezamiento que comprende datos de encabezamiento indicados en 1104 en la Fig. 11. Aunque la señal de imagen codificada se ilustra como un tren en serie en la Fig. 11, la señal de imagen codificada puede estar en cualquier formato de datos.

60

## 2.1 procedimiento de señalización

**[0065]** Existen muchas posibilidades diferentes para señalar el procedimiento de predicción que se ha utilizado para cada subbanda. Por ejemplo, se pueden utilizar bits en bruto para señalar el procedimiento por subbanda ya que

65

el ancho de banda normalmente es insignificante en comparación con el volumen de los GCLI codificados reales. Por lo tanto, se pueden utilizar bits variables cuando la relación de compresión objetivo es más importante y cuando el presupuesto de la señalización comienza a ser más significativo.

## 5 2.2 Reducción del esfuerzo de cálculo

**[0066]** Por un lado, el procedimiento presentado en la sección anterior mejora la eficiencia de compresión. Por otro lado, aumenta ligeramente el espacio de almacenamiento de registro de hardware requerido, ya que se debe proporcionar un registro separado por subbanda para el cálculo del presupuesto. Si todas las subbandas estuvieran utilizando el mismo procedimiento de predicción, estos registros podrían combinarse posiblemente en un solo registro.

**[0067]** Para compensar este problema, es importante observar que la ganancia de codificación que resulta del procedimiento descrito anteriormente se origina principalmente en un pequeño número de subbandas. En otras palabras, es posible decidir de antemano que un subconjunto de las subbandas de precinto mostradas en la Fig. 3 utiliza el mismo procedimiento de predicción sin escarificar eficiencia de codificación significativa, y solo un pequeño subconjunto de las subbandas puede elegir su procedimiento de predicción independientemente de los otros.

**[0068]** Por estos medios, el aumento en el esfuerzo de hardware puede limitarse al tiempo que se aprovecha la mayor eficiencia de codificación del procedimiento propuesto. Al mismo tiempo, se puede reducir la tara de señalización para seleccionar el procedimiento de predicción correcto en el decodificador.

## 3 Esquema de predicción fijo para reducir la complejidad del codificador

**[0069]** El procedimiento descrito en la Sección 1.4.2 se apartaba del estado de la técnica [2] en que no todas las subbandas del precinto necesitan utilizar el mismo procedimiento de predicción. Al permitir una adaptación dinámica del esquema de predicción al contenido de la imagen, se puede lograr una mejor eficiencia de codificación.

**[0070]** Alternativamente, el esquema de predicción puede ser fijo para cada subbanda, al tiempo que permite esquemas de predicción diferentes entre las subbandas de un precinto. Por estos medios, el espacio de búsqueda se puede reducir.

**[0071]** La Fig. 5 muestra un ejemplo correspondiente. Supone que los coeficientes que pertenecen a una determinada subbanda siempre se predicen mediante el mismo esquema de predicción. Los coeficientes que pertenecen a subbandas diferentes pueden utilizar esquemas de predicción diferentes.

**[0072]** El uso de tal procedimiento proporciona la ventaja de un espacio de búsqueda reducido en el codificador, ya que para cada subbanda, está claro qué procedimiento de predicción utilizar, y por lo tanto no es necesario calcular presupuestos para diferentes procedimientos de predicción y a continuación utilizar el que tiene el presupuesto más pequeño.

**[0073]** Aunque la utilización de tal esquema no ofrece el rendimiento de codificación del procedimiento descrito en la Sección 1.4.2 o de la selección de modo de codificación totalmente adaptativa o parcialmente adaptativa, se acerca al procedimiento del estado de la técnica que selecciona entre predicción horizontal y vertical en una granularidad de precinto, sin la necesidad de calcular presupuestos para dos procedimientos de predicción. En otras palabras, proporciona eficiencia de codificación similar con complejidad reducida.

**[0074]** La Fig. 12 ilustra un procedimiento que está entre el esquema de predicción fijo de la Fig. 5 o el esquema de predicción completamente adaptativo de la Fig. 4. El procedimiento de la Fig. 12 es parcialmente fijo y parcialmente adaptativo. En esta situación, la señal de imagen codificada solo comprende información de señalización para un subgrupo de subbandas tal como solo para las dos subbandas más bajas 101 y 102, donde los modos de decodificación para las otras subbandas se determinan utilizando la regla predeterminada, es decir, para las subbandas 103-109 en línea con, por ejemplo, la asignación ilustrada en la Fig. 5. Por lo tanto, el determinador del modo de decodificación de la Fig. 7 ilustrado en el bloque 700 está configurado para extraer información de señalización 1201 para un subgrupo a partir de la señal de imagen codificada y, a continuación, determina 1203 el modo de decodificación para el subgrupo de subbandas de un precinto en función de la información extraída. Además, el determinador de modo de decodificación 700 está configurado para determinar 1205 el modo de decodificación para otras subbandas no incluidas en el subgrupo procesado por el bloque 1201 utilizando la regla predeterminada. De este modo, posteriormente al procedimiento del bloque 1205, el determinador de modo de decodificación tiene los modos de decodificación para todas las subbandas (conjuntos de coeficientes para un precinto).

**[0075]** En esta implementación "mixta" de la Fig. 12, el procedimiento del codificador es tal que la operación ilustrada con respecto a las Figs. 8b y 8c solo se realiza para el subgrupo de subbandas, y el procedimiento ilustrado en 8a se realiza para las otras subbandas. Por lo tanto, la complejidad del codificador se reduce con respecto al procedimiento totalmente adaptativo, pero, sin embargo, el adaptativo se mantiene al menos para algunas subbandas.

**[0076]** La Fig. 13 ilustra una implementación preferida de un codificador de datos de imagen con una cooperación esquemática de determinados bloques globales. La Fig. 14 ilustra una ilustración correspondiente del decodificador que puede cooperar con el codificador de la Fig. 13 o con otro codificador.

5 **[0077]** La transformada de color 1300 de la Fig. 13 es una transformada de entero a entero reversible, utilizada para compresiones sin pérdida y con pérdida, que descorrelaciona la información de color RGB. La transformada de color reversible directa RCT da como resultado datos Y, U, V o un espacio de color similar. Después de esta transformación, cada componente de color puede procesarse independientemente entre sí. En el caso de los datos de imagen YCbCr, se evita la transformada de color 1300 porque los componentes de color ya están  
10 descorrelacionados.

**[0078]** La Fig. 14, bloque 1430 ilustra la transformada de color inversa para calcular los datos Y, U, V nuevamente en, por ejemplo, la información de color RGB como la señal de salida.

15 **[0079]** El bloque 400 en la Fig. 13 ilustra una transformada de ondícula discreta y, en consecuencia, el bloque 1420 del decodificador ilustra una transformada de ondícula inversa discreta. La transformada de ondícula discreta (DWT) ofrece una representación de frecuencia espacial que garantiza una buena descorrelación de una señal. Típicamente, los coeficientes de salida de una transformada de ondícula se codifican en una representación complementaria de dos. Con el fin de codificar la entropía, estos valores se transforman para implementar una  
20 representación de signo y magnitud. Esto se ilustra por el bloque 1310 en la Fig. 13 y la operación inversa correspondiente se ilustra por el bloque 1410 en la Fig. 14. Los datos positivos no tienen que ser modificados, ya que están representados idénticamente en ambos procedimientos. Las muestras negativas deben ser invertidas antes de ser incrementadas por "uno".

25 **[0080]** La codificación de entropía realizada mediante los procedimientos ilustrados por los bloques 600, 660, 661, 430, 431, 432, 624 en general se basa en la codificación de longitud fija de bloque, sobre la cual se han realizado algunas optimizaciones para garantizar una mejor eficiencia de codificación. La implementación preferida deja los datos de la ondícula de salida intactos hasta que se empaqueta el tren de bits, y esto, por ejemplo, se ilustra con respecto a la Fig. 8d que ilustra la memoria tampón de datos en bruto 622. Solo un tren de índices (GCLI) requiere  
30 recursos de procesamiento. Los coeficientes de subbanda de ondícula se agrupan en subconjuntos de cuatro muestras. Cada subconjunto se ve en una representación de plano de bits. Para cada subconjunto, se encuentra un índice de línea codificada más grande (GCLI). Es el índice del plano de bits no nulo más significativo como se ilustra en la Fig. 2a. Si hay al menos un plano de bits no nulo en el subconjunto (GCLI mayor que 0), los planos de bits no nulos del subconjunto se copian tal cual en el tren de salida. Alternativamente, se pueden procesar primero para refinar  
35 la cuantificación, antes de ser copiados en el tren de salida. Una memoria tampón almacena todos los datos en bruto antes de empaquetar el tren de salida, permitiendo que la asignación de tasa decida qué parte de los datos son relevantes para el tren de salida. Los índices GCLI se comprimen adicionalmente y se empaquetan aguas arriba de los datos en bruto. Se realiza una predicción vertical entre dos líneas de subbanda de los GCLI. El resultado es la diferencia entre el valor de GCLI y el valor de GCLI del mismo subconjunto de coeficientes en la línea codificada  
40 previamente.

**[0081]** Los valores predictivos predichos se codifican posteriormente siguiendo un procedimiento de codificación unario ilustrado en la Fig. 13 cerca del bloque codificador de entropía 661. La tabla muestra un código de longitud de variable unario con signo simple para codificación de GCLI. Tal código unario asocia un código de longitud  
45 variable específico a cada símbolo, posiblemente dependiendo de alguna información de contexto. Por lo tanto, mientras que el código unario en la Fig. 13 representa una posible solución, también son posibles esquemas de código unario alternativos, por ejemplo, reemplazando los 0 por 1 y viceversa. Una de estas alternativas se describe en [7] y, alternativamente, codifica residuos de predicción positivos y negativos. Los GCLI también se predicen horizontalmente. El símbolo codificado es entonces la diferencia entre el valor de GCLI y el valor del GCLI que se codificó previamente  
50 perteneciente a la misma línea y la misma subbanda de ondícula.

**[0082]** También son posibles otros modos de predicción además o en lugar del modo en bruto. Los datos y los valores predichos de GCLI son truncados por el mecanismo de asignación de tasa. La agrupación de coeficientes da como resultado un compromiso entre la eficiencia del esquema de compresión y la complejidad del sistema. El número  
55 de coeficientes en cada subconjunto se ha elegido antes porque proporciona el mejor compromiso entre la eficiencia de compresión y la complejidad del hardware para un alto rendimiento.

**[0083]** Una vez que se codifican, la salida de cada unidad de codificación se empaqueta. En la Fig. 15 se ilustra un procedimiento ejemplar. En particular, la Fig. 15 ilustra una memoria tampón de GCLI 1501, una memoria tampón  
60 de GCLI 1502, un calculador de modo de predicción horizontal 1503, un calculador de modo de predicción vertical 1504 y un procesador de modo en bruto 1505. Además, la Fig. 15 ilustra un codificador (unario) que implementa, por ejemplo, el código ilustrado en la Fig. 13 cerca del codificador de entropía 661 y la Fig. 15 ilustra adicionalmente un multiplexor/empaquetador de datos 1506 para generar los datos de GCLI codificados. Particularmente, el bloque 1503 calcula el modo de predicción horizontal para generar un valor  $\Delta$  en función de un valor de GCLI "actual" y en función  
65 de un valor de GCLI "pasado" de la memoria tampón 1502. En consecuencia, el bloque 1504 también calcula un valor

$\Delta$  en función del valor de GCLI "actual" recibido como entrada y en función de un valor de GCLI "pasado" recibido de la memoria tampón de GCLI 1502. Los términos "actual" y "pasado" no se refieren al tiempo sino a la posición dentro de una subbanda para un determinado grupo de coeficientes. A continuación, se codifica (unario) el valor  $\Delta$  correspondiente. Naturalmente, para una determinada subbanda, o bien el resultado del bloque 1503 o el resultado del bloque 1504 o el resultado del bloque 1505 se introduce en los datos GCLI codificados. Cabe señalar que el presupuesto asignado al GCLI está vinculado por la codificación en bruto, lo que significa que hay como máximo cuatro bits por GCLI en la implementación preferida. Además, los datos que son generados por el código unario están llegando en un flujo continuo en el lado del decodificador y, por lo tanto, es posible precalcular las variables de estado. De este modo, esto permite romper los bucles de retroalimentación gracias a los bits de parada del código unario.

10

**[0084]** Durante la asignación de tasa y el procedimiento de empaquetado de GCLI, los datos de plano de bits se almacenan en una memoria tampón, antes de ser empaquetados en el tren de salida. Debido al hecho de que esta memoria tampón es un coste de recursos importante del sistema de códec, se prefiere diseñar la memoria tampón lo más pequeña posible, y se ha descubierto que una memoria tampón tan pequeña como para almacenar solo hasta diez líneas puede ser suficiente.

15

**[0085]** A continuación, se analiza con más detalle la asignación de tasa. En particular, la Fig. 16 ilustra la cooperación entre el codificador de entropía, por un lado, y la asignación de tasa, por otro, donde la asignación de tasa tiene un bloque de presupuesto de datos 1621, un bloque de presupuesto de GCLI 1622, una unidad de asignación de presupuesto 1610 y el núcleo de asignación de tasa como se analizó anteriormente con respecto a los bloques 431, 432 en la Fig. 8c. Además, la Fig. 16 también ilustra la utilización de encabezamientos 1600 que también son empaquetados por el empaquetador 680 en el vapor de datos de salida como ya se ha analizado anteriormente con respecto al encabezamiento 1104 en la Fig. 11.

20

**[0086]** La asignación de tasa funciona precinto por precinto. Un precinto agrupa el contenido de frecuencia de subbandas diferentes que forman una misma área espacial. Tal área espacial tiene, por ejemplo, una altura de dos líneas y tiene el mismo ancho que el de la imagen. Contiene, para los tres componentes, seis subbandas que contienen los resultados de cinco descomposiciones horizontales de la frecuencia vertical baja y dos subbandas que contienen el resultado de una sola descomposición horizontal de la frecuencia vertical alta.

30

**[0087]** La asignación de tasa cuantifica los datos de precinto recortando los planos de bits menos significativos de las subbandas determinadas hasta que los planos de bits restantes puedan encajar en el presupuesto del plano de bits del precinto. Esta estrategia de recorte se aplica de forma iterativa, recortando gradualmente más y más planos de bits en cada subbanda. En función de su caso de uso, se puede aplicar una "estrategia de recorte" apropiada, la estrategia de recorte determina la importancia de las subbandas entre sí. La asignación de tasa elige recortar más planos de bits en subbandas menos importantes que en las más importantes. La asignación de tasa calcula el presupuesto del precinto para un escenario de truncamiento definido. Si el presupuesto no encaja en el presupuesto del precinto, calcula el presupuesto para un nuevo escenario de truncamiento, eliminando un plano de bits más en todas las subbandas. Una vez que el tamaño del precinto encaja en el presupuesto del precinto, calcula un posible refinamiento, volviendo a añadir un plano de bits subbanda por subbanda en el orden definido por una determinada regla de prioridad que asocia diferentes prioridades a subbandas diferentes hasta que se vuelva a exceder el presupuesto. Esto da como resultado los niveles de truncamiento finales para cada subbanda.

35

40

**[0088]** La asignación de tasa cuantifica los datos de precinto para que el tamaño de precinto codificado no exceda el presupuesto de tasa. El presupuesto promedio del precinto está en un tamaño de tren de código objetivo dividido por el número de precintos de imagen. Preferentemente, un promedio de estrategia de asignación de tasa es el presupuesto en un par de precintos para suavizar los niveles de truncamiento a lo largo de la imagen. Un precinto codificado contiene tres partes, es decir, el encabezamiento, los GCLI codificados y los datos del plano de bits en bruto. El encabezamiento tiene un tamaño definido que no se puede ajustar. La asignación de tasa puede reducir el tamaño de la parte de datos del plano de bits en bruto y la parte de GCLI codificado aumentando la cuantificación. El presupuesto del plano de bits en bruto es la parte del presupuesto del precinto disponible para almacenar los datos del plano de bits en bruto. Un tamaño mínimo de tren de código es capaz de producir el tamaño de los encabezamientos y los GCLI codificados (el tamaño de los datos del plano de bits en bruto es igual a 0).

45

50

**[0089]** El cálculo del presupuesto de datos de plano de bits en bruto para un par de refinamientos de escenario definidos requiere los GCLI de las muestras, que son pequeños números de cuatro bits. Además, utilizar un GCLI para un grupo de cuatro muestras reduce por cuatro la cantidad de números a procesar para el cálculo del presupuesto. Una vez que se calcula el tamaño de cada grupo del precinto, una suma da el tamaño de datos total en una determinada iteración. Con respecto al presupuesto de datos de los GCLI, hay múltiples formas de almacenar el GCLI y la asignación de tasa típicamente calculará los presupuestos para todos los procedimientos y elegirá el más apropiado. En cuanto a los datos, el presupuesto del GCLI codificado se puede calcular en función de la salida del codificador (unario) 661 ilustrado, por ejemplo, en la Fig. 15. En el caso de GCLI en bruto, el presupuesto es el número de grupos multiplicado por cuatro bits cuando tienen hasta 16 bits de datos. Una vez que se calcula el tamaño de cada GCLI codificado del precinto, una suma da el tamaño total del GCLI en una determinada iteración.

55

60

65

**[0090]** El bloque de asignación de tasa en la Fig. 16 recibe, como entrada, el tren de valores (datos) de GCLI, y el bloque produce como salida la información de GTLI para el empaquetador. El bloque de presupuesto de datos 1621 y el bloque de presupuesto de GCLI 1622 calculan el presupuesto requerido para almacenar los datos/GCLI para cada posible GTLI (de 0 a 15). Preferentemente, el cuantificador, tal como el recortador de GTLI 624 o el cuantificador 5 624 en la Fig. 8d, realiza una cuantificación de redondeo central eficiente. Con este fin, se calcula una determinada etapa de cuantificación y se realiza una siguiente transformada. En el lado del decodificador, una transformada inversa consiste en aplicar la etapa de cuantificación sobre los datos en una determinada operación de transformada inversa. Sin embargo, también se pueden utilizar otros cuantificadores además de un procedimiento de redondeo central eficiente. A continuación, una vez que el bloque de asignación de tasa ha determinado el número de planos de bits a 10 recortar en cada subbanda de un precinto, los datos en bruto se leen desde la memoria tampón de datos en bruto 622 de la Fig. 8d, se cuantifican y alimentan al paquete de tren de salida que se empaquetará en el tren de salida.

**[0091]** En el lado del decodificador, los datos de GCLI son decodificados antes de desempaquetar los datos. Esto permite aplicar casi el mismo procedimiento a la inversa.

#### 4 Bibliografía

- [0092]**
- [1] AMBROISE RENAUD; BUYSSCHAERT CHARLES; PELLEGRIN PASCAL; ROUVROY GAEL, "Method and Device for Display Stream Compression", US9332258 BB
  - [2] AMBROISE RENAUD; BUYSSCHAERT CHARLES; PELLEGRIN PASCAL; ROUVROY GAEL, "Method and Device for display stream compression", EP2773122 A1
  - [3] Jean-Baptiste Lorent, "TICO Lightweight Codec Used in IP Networked or in SDI Infrastructure", SMPTE RDD 35:2016
  - [4] Toshiaki Kojima, "LLVC - Low Latency Video Codec for Network Transfer", SMPTE RDD 34:2015
  - [5] J. Kim y C. M. Kyung, "A Lossless Embedded Compression Using Significant Bit Truncation for HD Video Coding", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2010
  - [6] intoPIX, "intoPIX Codec Submission for JPEG-XS CfP", Descripción del diseño v0.1, 73. Reunión del JPEG, Chengdu, septiembre de 2016, no. wg1 m73019
  - [7] intoPIX, "JPEG XS GCLI Bounded code proposal", wg1m76032, octubre de 2017

**[0093]** Aunque se han descrito algunos aspectos en el contexto de un aparato, es evidente que estos aspectos representan también una descripción del procedimiento correspondiente, donde un bloque o dispositivo corresponde a una etapa de procedimiento o una característica de una etapa de procedimiento. De forma análoga, los aspectos descritos en el contexto de una etapa de procedimiento representan también una descripción de un bloque o elemento o característica correspondiente de un aparato correspondiente. Algunas o todas las etapas de procedimiento se pueden ejecutar por (o utilizando) un aparato de hardware, como, por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunas realizaciones, algunas de una o más de las etapas de procedimiento más importantes se pueden ejecutar por tales aparatos.

**[0094]** La señal de imagen codificada inventiva puede almacenarse en un medio de almacenamiento digital o puede transmitirse en un medio de transmisión tal como un medio de transmisión inalámbrico o un medio de transmisión por cable, tal como Internet.

**[0095]** Dependiendo de ciertos requisitos de implementación, las realizaciones de la invención pueden implementarse en hardware o software. La implementación se puede realizar utilizando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo, un disco flexible, un DVD, un Blu-Ray, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM, o una memoria flash, que tiene señales de control legibles electrónicamente almacenadas en la misma, que cooperan (o son capaces de cooperar) con un sistema informático programable de tal forma que se realiza el procedimiento respectivo. Por lo tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

**[0096]** Algunas realizaciones según la invención comprenden un soporte de datos que tiene señales de control legibles electrónicamente, que son capaces de cooperar con un sistema informático programable, de modo que se realiza uno de los procedimientos descritos en esta solicitud.

**[0097]** En general, las realizaciones de la presente invención pueden implementarse como un producto de programa informático con un código de programa, siendo el código de programa operativo para realizar uno de los procedimientos cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. El código de programa puede almacenarse, por ejemplo, en un soporte legible por máquina.

**[0098]** Otras realizaciones comprenden el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en esta solicitud, almacenados en un soporte legible por máquina.

**[0099]** En otras palabras, una realización del procedimiento inventivo es, por lo tanto, un programa informático que tiene un código de programa para realizar uno de los procedimientos descritos en esta solicitud, cuando el

programa informático se ejecuta en un ordenador.

- 5 **[0100]** Una realización adicional de los procedimientos inventivos es, por lo tanto, un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital, o un medio legible por ordenador) que comprende, grabado en el mismo, el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en esta solicitud. El soporte de datos, el medio de almacenamiento digital o el medio grabado son típicamente tangibles y/o no transitorios.
- 10 **[0101]** Una realización adicional del procedimiento inventivo es, por lo tanto, un tren de datos o una secuencia de señales que representan el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en esta solicitud. El tren de datos o la secuencia de señales pueden estar configurados, por ejemplo, para que se transfieran a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, a través de Internet. Una realización adicional comprende un medio de procesamiento, por ejemplo, un ordenador, o un dispositivo lógico programable, configurado para o adaptado para realizar uno de los procedimientos descritos en esta solicitud.
- 15 **[0102]** Una realización adicional comprende un ordenador que tiene instalado en el mismo el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en esta solicitud.
- 20 **[0103]** Una realización adicional según la invención comprende un aparato o un sistema configurado para transferir (por ejemplo, electrónicamente u ópticamente) un programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en esta solicitud a un receptor. El receptor puede, por ejemplo, ser un ordenador, un dispositivo móvil, un dispositivo de memoria o similares. El aparato o sistema puede, por ejemplo, comprender un servidor de archivos para transferir el programa informático al receptor.
- 25 **[0104]** En algunas realizaciones, puede usarse un dispositivo lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas programable *in situ*) para realizar algunas o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en esta solicitud. En algunas realizaciones, una matriz de puertas programable *in situ* puede cooperar con un microprocesador para realizar uno de los procedimientos descritos en esta solicitud. En general, los procedimientos se realizan preferentemente mediante cualquier aparato de hardware.
- 30 **[0105]** El aparato descrito en esta solicitud puede implementarse usando un aparato de hardware, o usando un ordenador, o usando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.
- 35 **[0106]** Los procedimientos descritos en esta solicitud pueden realizarse usando un aparato de hardware, o usando un ordenador, o usando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.
- 40 **[0107]** Las realizaciones descritas anteriormente son simplemente ilustrativas de los principios de la presente invención. Se entiende que, para otros expertos en la materia, resultarán evidentes modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en esta solicitud. Por lo tanto, la intención es que esté limitada solo por el alcance de las reivindicaciones de patente inminentes y no por los detalles específicos presentados a modo de descripción y explicación de las realizaciones de esta solicitud.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato para codificar datos de imagen, siendo descompuestos los datos de imagen en una pluralidad de subbandas diferentes (101-109), comprendiendo cada subbanda una pluralidad de coeficientes, en el que una primera subbanda de la pluralidad de subbandas diferentes (101-109) comprende un primer conjunto de coeficientes (1001), en el que una segunda subbanda diferente de la pluralidad de subbandas diferentes (101-109) comprende un segundo conjunto diferente de coeficientes (1002), en el que un precinto (300) comprende el primer y el segundo conjunto de coeficientes (1001, 1002) de la primera y la segunda subbanda de la pluralidad de subbandas diferentes (101-109), en el que el primer y el segundo conjunto de coeficientes (1001, 1002) del precinto (300) pertenecen a una región espacial de una imagen representada por los datos de imagen, comprendiendo el aparato:

un procesador (600) para determinar, para cada grupo (1011-1014) de coeficientes dentro de un conjunto, un índice de línea codificada más grande (GCLI);  
 un codificador (660) para codificar los índices de línea codificada más grandes asociados con el primer conjunto de coeficientes (1001) del precinto (300) de acuerdo con un primer modo de codificación, y para codificar los índices de línea codificada más grandes asociados con el segundo conjunto de coeficientes (1002) del precinto (300) de acuerdo con un segundo modo de codificación, siendo el segundo modo de codificación diferente del primer modo de codificación; y  
 una interfaz de salida (680) para producir como salida una señal de imagen codificada que tiene datos (1103) sobre los índices de línea codificada más grandes codificados y datos sobre los coeficientes, en el que el primer modo de codificación y el segundo modo de codificación se seleccionan de un conjunto de modos de codificación que comprende al menos dos de: un modo de codificación de predicción vertical, un modo de codificación de predicción horizontal y un modo de codificación en bruto.

2. Aparato de la reivindicación 1,

que comprende además: un determinador de modo (640) para determinar el primer modo de codificación y el segundo modo de codificación, estando configurado el determinador de modo para determinar (804) los modos de codificación para los conjuntos de coeficientes en función de la subbanda correspondiente, a la que pertenece un conjunto de coeficientes (802), o  
 que comprende además un determinador de modo (640) para determinar el primer modo de codificación y el segundo modo de codificación, en el que el determinador de modo está configurado para calcular (810) un primer presupuesto de datos requerido para el primer conjunto del precinto (300) utilizando el primer modo de codificación, calcular (812) un segundo presupuesto de datos requerido para el primer conjunto del precinto (300) utilizando el segundo modo de codificación, seleccionar (814) uno del primer y el segundo modo de codificación en función del primer y el segundo presupuesto de datos requerido, y en el que la interfaz de salida (680) está configurada para incluir (816) una indicación del modo de codificación seleccionado para el primer conjunto en la señal de imagen codificada, o  
 comprendiendo además el aparato: un cuantificador (624) para cuantificar los coeficientes en los grupos de acuerdo con un índice de línea recortada más grande (GTLI) para un grupo respectivo, en el que los datos sobre los coeficientes comprenden datos sobre coeficientes cuantificados, y en el que la interfaz de salida (680) está configurada para introducir, en la señal de imagen codificada, datos sobre el índice de línea recortada más grande para un grupo, o  
 en el que el primer modo de codificación es un modo de predicción horizontal, en el que se realiza una predicción entre elementos de datos relacionados con al menos dos índices de línea codificada más grandes de dos grupos de coeficientes adyacentes horizontalmente, en el que el segundo modo de codificación es un modo de predicción vertical, en el que se realiza una predicción entre elementos de datos relacionados con al menos dos índices de línea codificada más grandes de dos grupos de coeficientes adyacentes verticalmente, en el que los grupos de coeficientes adyacentes horizontalmente o los grupos de coeficientes adyacentes verticalmente se refieren a posiciones espaciales correspondientes de la señal de imagen, que están asociadas a los coeficientes.

3. Aparato de una de las reivindicaciones anteriores, en el que se determina un índice de línea recortada más grande para un grupo de coeficientes que indica una etapa de cuantificación para el grupo de coeficientes, y en el que el uno del primer modo de codificación y el segundo modo de codificación es un modo de codificación en bruto, en el que el índice de línea codificada más grande de un grupo se codifica utilizando el índice de línea recortada más grande asociado con el grupo, o  
 en el que se determina un índice de línea recortada más grande para un grupo de coeficientes que indica una etapa de cuantificación para el grupo de coeficientes, y en el que los índices de línea recortada más grandes para el precinto se determinan en una granularidad más alta que los índices de línea codificada más grandes tales como un único índice de línea recortada más grande para una subbanda o un único índice de línea recortada más grande para el precinto (300).

4. Aparato de una de las reivindicaciones anteriores,

en el que la pluralidad de subbandas diferentes comprende una subbanda LH1 (103) que representa datos

obtenidos mediante filtrado de paso alto de la imagen en la dirección x y mediante filtrado de paso bajo de la imagen en la dirección y, y una subbanda HL1 (101) que comprende datos de imagen obtenidos mediante filtrado de paso bajo de la imagen en la dirección x y filtrado de paso alto de la imagen en la dirección y, en el que un modo de codificación asociado a la subbanda HL1 (101) es un modo de codificación de predicción horizontal, y en el que el modo de codificación asociado con la subbanda LH1 (103) es el modo de codificación de predicción vertical, o en el que la pluralidad de subbandas diferentes comprende una subbanda HH1 (102) que representa datos de imagen obtenidos mediante filtrado de paso alto de la imagen de acuerdo con la dirección x y filtrado de paso alto de la imagen de acuerdo con la dirección y; y en el que el modo de codificación asociado con la subbanda HH1 (102) es el modo de codificación de predicción vertical, o en el que la pluralidad de subbandas diferentes comprende: una subbanda LH2 (100) que comprende datos obtenidos mediante filtrado utilizando un filtro de paso alto en la dirección x y utilizando un filtro de paso bajo en la dirección y, una subbanda HL2 (104) obtenida mediante filtrado utilizando un filtro de paso bajo en la dirección x y un filtro de paso alto en la dirección y, en el que el modo de codificación asociado con la subbanda HL2 (104) es el modo de codificación de predicción horizontal, y en el que el modo de codificación asociado con la subbanda LH2 (106) es el modo de codificación de predicción vertical, o en el que la pluralidad de subbandas diferentes comprende: una subbanda HH2 (105) que comprende datos obtenidos mediante filtrado utilizando un filtro de paso alto de acuerdo con la dirección x y utilizando un filtro de paso alto en la dirección y; y en el que el modo de codificación asociado con la subbanda HH2 (105) es el modo de codificación de predicción vertical, o en el que la pluralidad de subbandas comprende: una subbanda H3 (107) obtenida mediante filtrado utilizando un filtro de paso alto en la dirección x; una subbanda H4 (108) obtenida utilizando un filtro de paso alto en la dirección x; y una subbanda L5 (109) utilizando un filtro de paso bajo en la dirección x, y en el que el modo de codificación asociado con la subbanda H3 (107), asociado con la subbanda H4 (108), o asociado con la subbanda L5 (109) es el modo de codificación de predicción vertical.

5. Aparato de una de las reivindicaciones 1 a 3,

en el que el codificador comprende, para cada subbanda, una instalación de cálculo de presupuesto (410-414), en el que la instalación de cálculo de presupuesto (410-414) está configurada para calcular para la subbanda y cada posible punto de truncamiento (GTLI) y cada modo de codificación un presupuesto de datos requerido para la subbanda del precinto; y un selector de modo de codificación (421-425) para seleccionar, para cada subbanda, el modo de codificación con el presupuesto de datos resultante más pequeño o para seleccionar, para cada subbanda, el modo de codificación utilizando una heurística basada en datos anteriores; y un controlador de tasa (430) para combinar la información de tasa disponible y seleccionar un punto de truncamiento para cada subbanda; y estando configurada la interfaz de salida (680) para generar los datos sobre los coeficientes utilizando el punto de truncamiento seleccionado, en el que los datos sobre los índices de línea codificada más grandes comprenden los datos para el punto de truncamiento seleccionado y el modo de codificación seleccionado.

6. Aparato de una de las reivindicaciones anteriores,

en el que el codificador (600) está configurado para utilizar un codificador de entropía (661) o una codificación que utiliza un código de longitud variable con una tabla de códigos o un libro de códigos creado dinámicamente o un código unario en el primer modo de codificación y/o el segundo modo de codificación, o en el que dos conjuntos de coeficientes de un precinto adicional pertenecen a una región espacial adicional de la imagen, siendo la región espacial adicional diferente de la región espacial, y en el que el codificador (620) está configurado para codificar los índices de línea codificada más grandes asociados con un primer conjunto del precinto adicional de acuerdo con el primer modo de codificación, y para codificar los índices de línea codificada más grandes asociados con un segundo conjunto del precinto adicional de acuerdo con el segundo modo de codificación, siendo el segundo modo de codificación diferente del primer modo de codificación.

7. Aparato para decodificar una señal de imagen codificada que comprende datos sobre índices de línea codificada más grandes y datos sobre coeficientes, que comprende:

un determinador de modo de decodificación (700) para determinar diferentes modos de decodificación para los datos sobre los índices de línea codificada más grandes codificados para subbandas diferentes dentro de un precinto (300), en el que los datos sobre los coeficientes representan datos de imagen que son descompuestos en una pluralidad de subbandas diferentes (101-109), comprendiendo cada subbanda una pluralidad de coeficientes, en el que el precinto (300) comprende diferentes conjuntos (1001, 1002) de coeficientes de subbandas diferentes, en el que dos conjuntos de coeficientes de un precinto (300) pertenecen a una región espacial de una imagen representada por los datos de imagen; y un decodificador (720) para decodificar los datos sobre los índices de línea codificada más grandes codificados para el primer conjunto (1001) en el precinto (300) utilizando el primer modo de decodificación y para decodificar los datos sobre los índices de línea codificada más grandes codificados para el segundo conjunto (1002) en el precinto (300) utilizando un segundo modo de decodificación como se determina mediante el determinador de modo de decodificación (700), y para decodificar los datos sobre los coeficientes utilizando datos de índice de línea

codificada más grande decodificados,  
 en el que el primer modo de decodificación y el segundo modo de decodificación se seleccionan de un grupo de modos de decodificación que comprende al menos dos de un modo de decodificación de predicción inversa vertical, un modo de decodificación de predicción inversa horizontal y un modo de decodificación en bruto.

5  
 8. Aparato de la reivindicación 7,

10 en el que la señal de imagen codificada comprende, como información de señalización, una información de modo de decodificación (1101, 1102) para al menos dos subbandas diferentes del precinto (300), y en el que el  
 15 determinador de modo de decodificación (700) está configurado para determinar el modo de decodificación extrayendo (1201) la información de modo de decodificación (1101, 1102) de la señal de imagen codificada e interpretando la información de modo decodificada extraída para cada una de al menos dos subbandas diferentes para el precinto (300), o  
 20 en el que el determinador de modo de decodificación (700) está configurado para determinar (1205) el modo de decodificación seleccionando el modo de decodificación de acuerdo con la subbanda, a la que pertenece el grupo de coeficientes del conjunto, en el que cada una de la pluralidad de subbandas diferentes tiene un modo de decodificación predeterminado asociado con la misma, y en el que, dentro del precinto (300), dos subbandas diferentes tienen dos modos de decodificación diferentes asociados con las mismas, o  
 en el que el decodificador (700) comprende además un decuantificador (724) para decuantificar los coeficientes en cada grupo de acuerdo con el índice de línea recortada más grande (GTLI) para un grupo respectivo, en el que los datos sobre el índice de línea recortada más grande para el precinto (300) están incluidos en la señal de imagen codificada.

25  
 9. Aparato de la reivindicación 7 o la reivindicación 8:

en el que el primer modo de decodificación es un modo de decodificación de predicción inversa horizontal, en el que la predicción inversa se realiza utilizando un elemento de datos transmitido y un índice de línea codificada más grande previamente decodificado, donde los elementos de datos y el índice de línea codificada más grande previamente decodificado están asociados con dos grupos de coeficientes adyacentes horizontalmente, y  
 30 en el que el segundo modo de decodificación es un modo de decodificación de predicción inversa vertical, en el que la predicción inversa se realiza entre un elemento de datos transmitido y un índice de línea codificada más grande previamente decodificado, en el que el elemento de datos y el índice de línea codificada más grande previamente decodificado están asociados con dos grupos de coeficientes adyacentes verticalmente.

35 10. Aparato de una de las reivindicaciones 7 a 9:

en el que un índice de línea recortada más grande es extraído de la señal de imagen codificada para un grupo de coeficientes, indicando el índice de línea recortada más grande una etapa de cuantificación para el grupo de coeficientes, y en el que la predicción inversa vertical u horizontal se realiza en función de la siguiente ecuación:

40

$$GCLI'(F_2) = \delta + \begin{cases} \max(GCLI(F_1), GTLI(F_2)) & \text{si } GCLI(F_1) > GTLI(F_1) \\ GTLI(F_2) & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

$$GCLI(F_2) = \begin{cases} GCLI'(F_2) & \text{si } GCLI'(F_2) > GTLI(F_2) \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

45 en el que  $\delta$  es el elemento de datos transmitido,  $F_1$  y  $F_2$  son dos grupos de coeficientes adyacentes horizontalmente, que consisten en  $g > 1$  coeficientes, y en el que  $\max$  significa una operación máxima, y en el que  $GCLI(F_2)$  representa un elemento de datos decodificado actualmente, o

50 en el que un índice de línea recortada más grande está incluido en la señal de imagen codificada, y en el que el índice de línea recortada más grande para el grupo de coeficientes se da en una granularidad más alta que los datos de índice de línea codificada más grande tales como un único índice de línea recortada más grande para una subbanda o un único índice de línea recortada más grande para el precinto.

11. Aparato de una de las reivindicaciones 7 a 10,

55 en el que la pluralidad de subbandas diferentes comprende una subbanda LH1 (103) que representa datos obtenidos mediante filtrado de paso alto de la imagen en la dirección x y mediante filtrado de paso bajo de la imagen en la dirección y, y una subbanda HL1 (101) que comprende datos de imagen obtenidos mediante filtrado de paso bajo de la imagen en la dirección x y filtrado de paso alto de la imagen en la dirección y, en el que un modo de decodificación asociado a la subbanda HL1 (101) es un modo de decodificación de predicción inversa horizontal, y en el que el modo de decodificación asociado con la subbanda LH1 (103) es el modo de decodificación de predicción inversa vertical, o  
 60 una subbanda HH1 (102) que representa datos de imagen obtenidos mediante filtrado de paso alto de la imagen

de acuerdo con la dirección x y filtrado de paso alto de la imagen de acuerdo con la dirección y, en el que el modo de decodificación asociado con la subbanda HH1 (102) es el modo de decodificación de predicción inversa vertical, o

en el que la pluralidad de subbandas diferentes comprende: una subbanda LH2 (106) que comprende datos obtenidos mediante filtrado utilizando un filtro de paso alto en la dirección x y utilizando un filtro de paso bajo en la dirección y, y una subbanda HL2 (104) obtenida mediante filtrado utilizando un filtro de paso bajo en la dirección x y un filtro de paso alto en la dirección y, en el que el modo de decodificación asociado con la subbanda HL2 (104) es el modo de decodificación de predicción inversa horizontal, y en el que el modo de decodificación asociado con la subbanda LH2 (106) es el modo de decodificación de predicción inversa vertical, o

en el que la pluralidad de subbandas diferentes comprende una subbanda de HH2 (105) que comprende datos obtenidos mediante filtrado utilizando un filtro de paso alto de acuerdo con la dirección x y utilizando un filtro de paso alto en la dirección y; y en el que el modo de decodificación asociado con la subbanda de HH2 (105) es el modo de decodificación de predicción inversa vertical, o

en el que la pluralidad de subbandas comprende: una subbanda H3 (107) obtenida mediante filtrado utilizando un filtro de paso alto en la dirección x; una subbanda H4 (108) obtenida utilizando un filtro de paso alto en la dirección x; y una subbanda L5 (109) utilizando un filtro de paso bajo en la dirección x, y en el que el modo de decodificación asociado con la subbanda H3 (107), asociado con la subbanda H4 (108), o asociado con la subbanda L5 (109) es el modo de decodificación de predicción inversa vertical.

12. Procedimiento para codificar datos de imagen, siendo descompuestos los datos de imagen en una pluralidad de subbandas diferentes (101-109), comprendiendo cada subbanda una pluralidad de coeficientes, en el que una primera subbanda de la pluralidad de subbandas diferentes (101-109) comprende un primer conjunto de coeficientes (1001), en el que una segunda subbanda diferente de la pluralidad de subbandas diferentes (101-109) comprende un segundo conjunto diferente de coeficientes (1002), en el que un precinto (300) comprende el primer y el segundo conjunto (1001, 1002) de coeficientes de la primera y la segunda subbanda de la pluralidad de subbandas diferentes (101-109), en el que el primer y el segundo conjunto de coeficientes (1001, 1002) del precinto (300) pertenecen a una región espacial de una imagen representada por los datos de imagen, el comprendiendo el procedimiento:

determinar (600), para cada grupo de coeficientes dentro de un conjunto, un índice de línea codificada más grande (GCLI); codificar (660) los índices de línea codificada más grandes asociados con el primer conjunto de coeficientes (1001) del precinto (300) de acuerdo con un primer modo de codificación, y codificar (660) los índices de línea codificada más grandes asociados con el segundo conjunto de coeficientes (1002) del precinto (300) de acuerdo con un segundo modo de codificación, siendo el segundo modo de codificación diferente del primer modo de codificación; y

producir como salida (680) o almacenar una señal de imagen codificada que tiene datos (1103) sobre los índices de línea codificada más grandes y datos sobre los coeficientes, en el que el primer modo de codificación y el segundo modo de codificación se seleccionan de un conjunto de modos de codificación que comprende al menos dos de: un modo de codificación de predicción vertical, un modo de codificación de predicción horizontal y un modo de codificación en bruto.

13. procedimiento para decodificar una señal de imagen codificada que comprende datos sobre índices de línea codificada más grandes codificados y datos sobre coeficientes, que comprende:

determinar (700) diferentes modos de decodificación para los datos sobre los índices de línea codificada más grandes codificados para subbandas diferentes dentro de un precinto (300), en el que los datos sobre los coeficientes representan datos de imagen que son descompuestos en una pluralidad de subbandas diferentes (101-109), comprendiendo cada subbanda una pluralidad de coeficientes, en el que el precinto (300) comprende diferentes conjuntos de coeficientes de subbandas diferentes, en el que dos conjuntos de coeficientes de un precinto (300) pertenecen a una región espacial de una imagen representada por los datos de imagen, y decodificar (720) los datos sobre los índices de línea codificada más grandes codificados para el primer conjunto (1001) en el precinto (300) utilizando el primer modo de decodificación y decodificar los datos sobre los índices de línea codificada más grandes codificados para el segundo conjunto (1002) en el precinto (300) utilizando un segundo modo de decodificación como se determina mediante la determinación (700) de los diferentes modos de decodificación, y decodificar los datos sobre los coeficientes utilizando datos de índice de línea codificada más grandes decodificados,

en el que el primer modo de decodificación y el segundo modo de decodificación se seleccionan de un grupo de modos de decodificación que comprende al menos dos de un modo de decodificación de predicción inversa vertical, un modo de decodificación de predicción inversa horizontal y un modo de decodificación en bruto.

14. Señal de imagen codificada que comprende datos (1103) sobre índices de línea codificada más grandes codificados, datos (1103) sobre coeficientes que representan datos de imagen que son descompuestos en una pluralidad de subbandas diferentes (101-109), comprendiendo cada subbanda una pluralidad de coeficientes, en el que una primera subbanda de la pluralidad de subbandas diferentes (101-109) comprende un primer conjunto de coeficientes (1001), en el que una segunda subbanda diferente de la pluralidad de subbandas diferentes (101-109)

- comprende un segundo conjunto diferente de coeficientes (1002), en el que un precinto (300) comprende el primer y el segundo conjunto de coeficientes de la primera y la segunda subbanda de la pluralidad de subbandas diferentes (101-109), en el que el primer y el segundo conjunto (1001, 1002) de coeficientes del precinto (300) pertenecen a una región espacial de una imagen representada por la señal de imagen codificada, e información de señalización (1001, 5 1002) para señalar dos modos de decodificación diferentes para al menos dos subbandas diferentes del precinto (300), en el que el primer modo de decodificación y el segundo modo de decodificación se seleccionan de un grupo de modos de decodificación que comprende al menos dos de un modo de decodificación de predicción inversa vertical, un modo de decodificación de predicción inversa horizontal y un modo de decodificación en bruto.
- 10 15. Programa informático que comprende instrucciones, en el que las instrucciones configuran un ordenador o un procesador, cuando son ejecutadas por el ordenador o procesador, para realizar el procedimiento de la reivindicación 12 o la reivindicación 13.

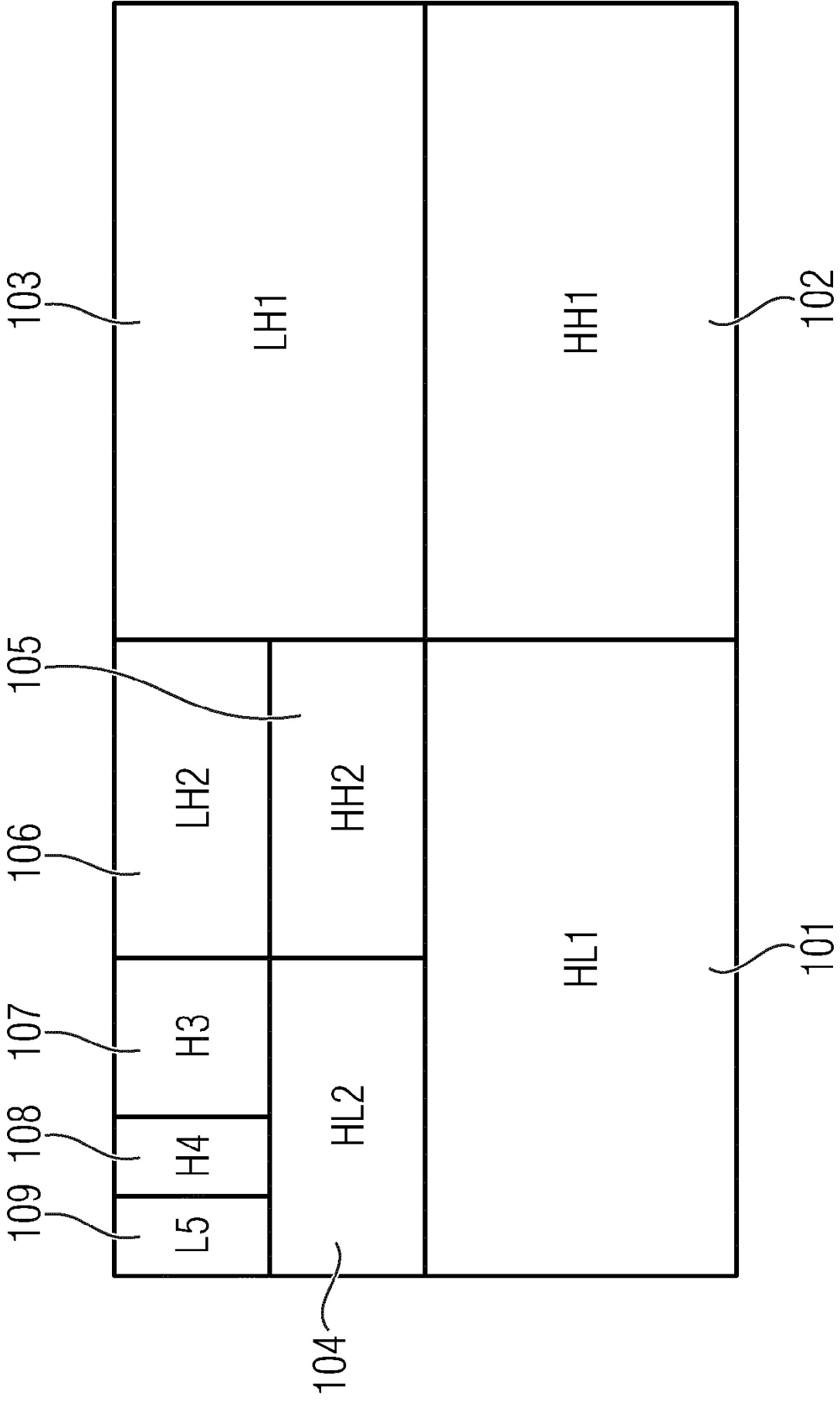


Fig. 1

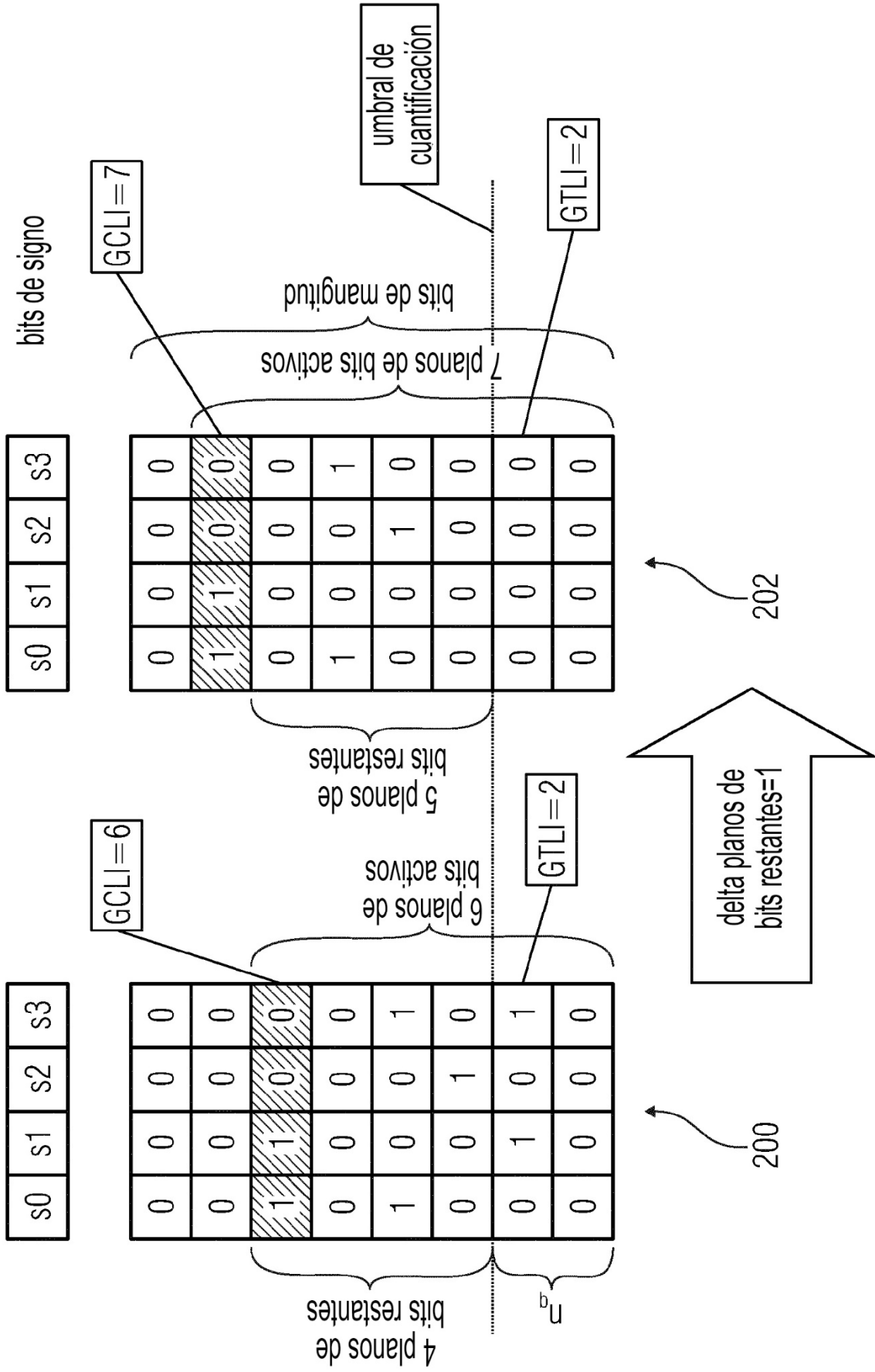


Fig. 2a

CODIFICADOR: Predicción horizontal/vertical

$$\delta = \begin{cases} \text{máx}(\text{GCLI}(F_2), \text{GTLI}(F_2)) - \text{máx}(\text{GCLI}(F_1), \text{GTLI}(F_2)) & \text{si } \text{GCLI}(F_1) > \text{GTLI}(F_1) \\ \text{máx}(\text{GCLI}(F_2), \text{GTLI}(F_2)) - \text{GTLI}(F_2) & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

**Fig. 2b**

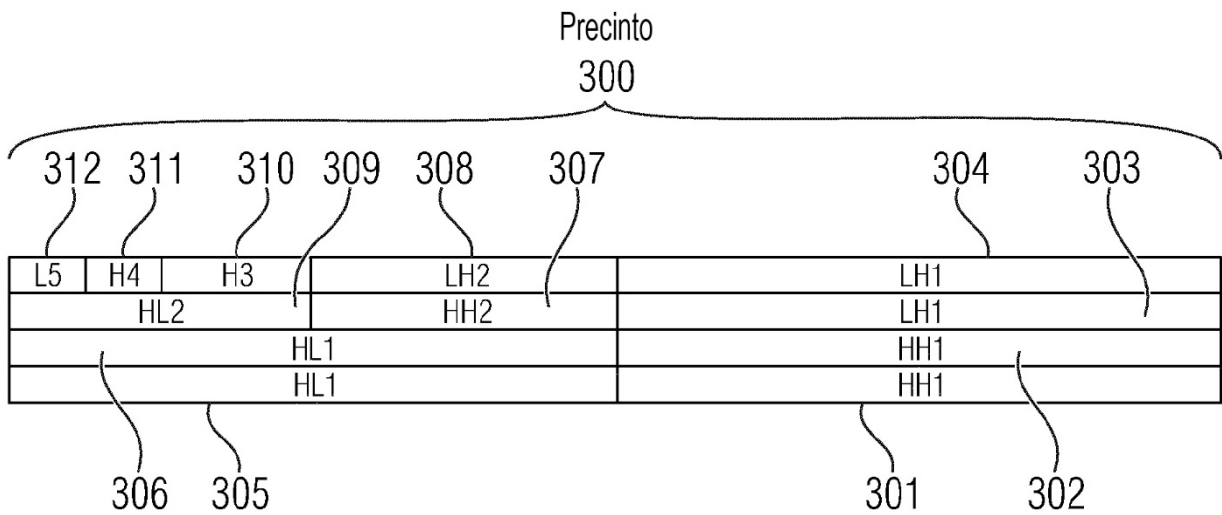
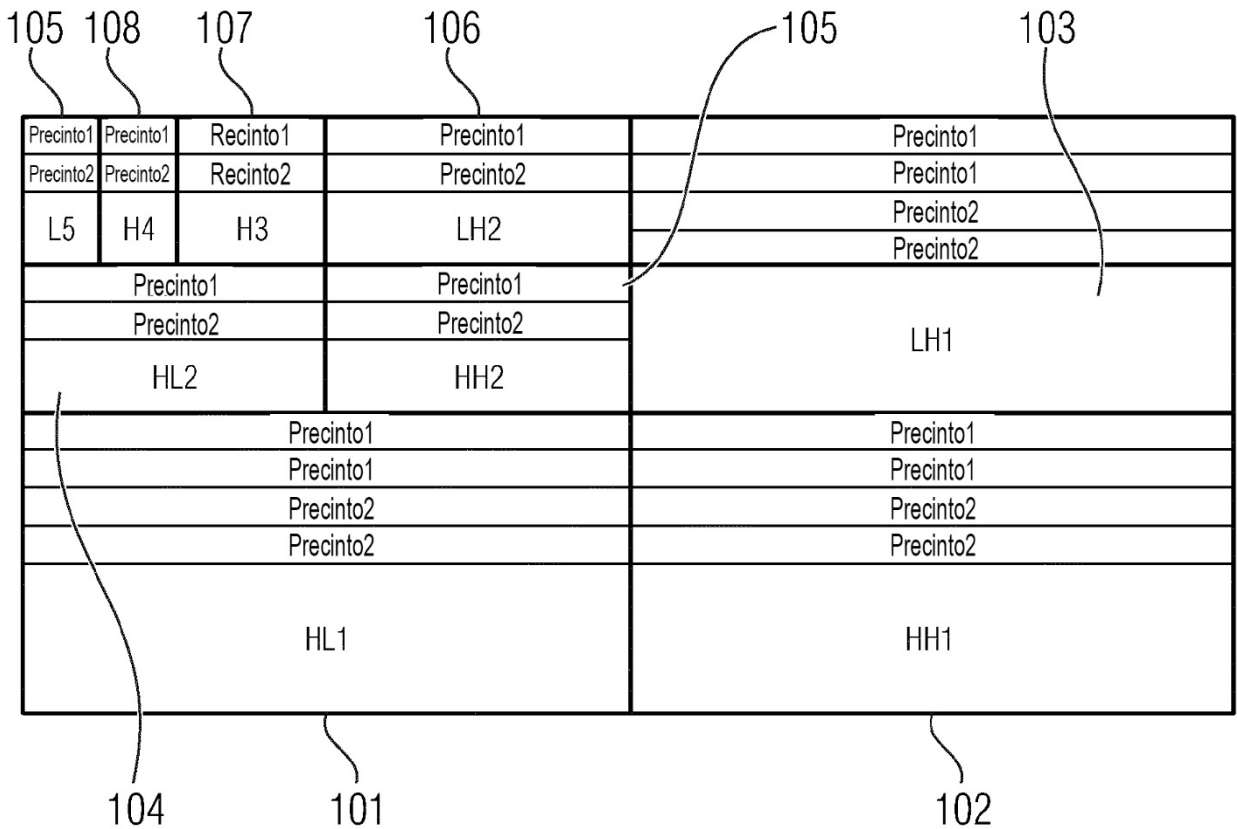
DECODIFICADOR: Predicción horizontal/vertical

$$\text{GCLI}'(F_2) = \delta + \begin{cases} \text{máx}(\text{GCLI}(F_1), \text{GTLI}(F_2)) & \text{si } \text{GCLI}(F_1) > \text{GTLI}(F_1) \\ \text{GTLI}(F_2) & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

**Fig. 2c**

Modo EN BRUTO:  $\text{max}(\text{GCLI}(F1) - \text{GTLI}(F1), 0)$

**Fig. 2d**



el área espacial tiene, por ejemplo,  
 - dos líneas de altura  
 - mismo ancho que la imagen  
 - por ejemplo, 3840 columnas

Fig. 3

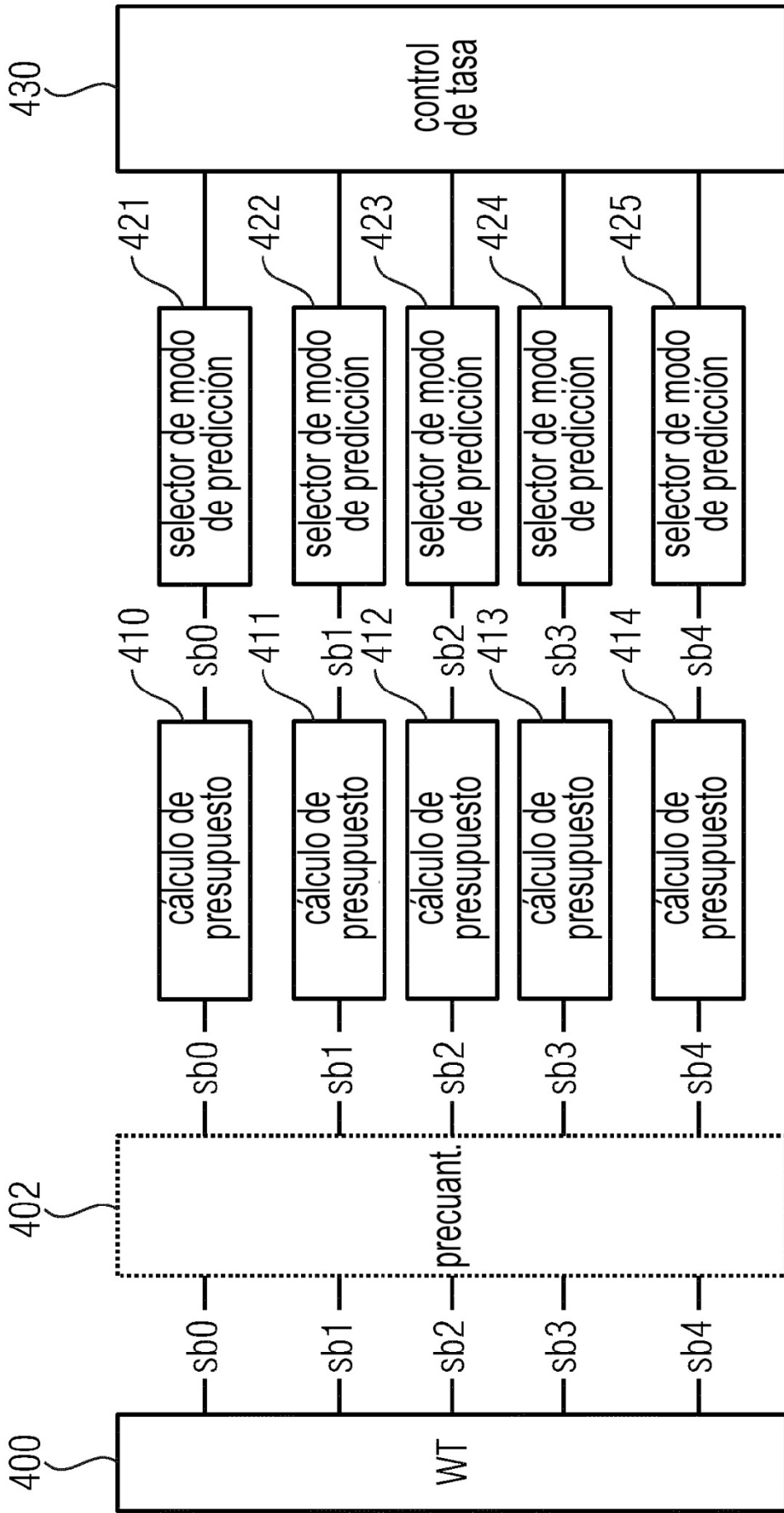


Fig. 4

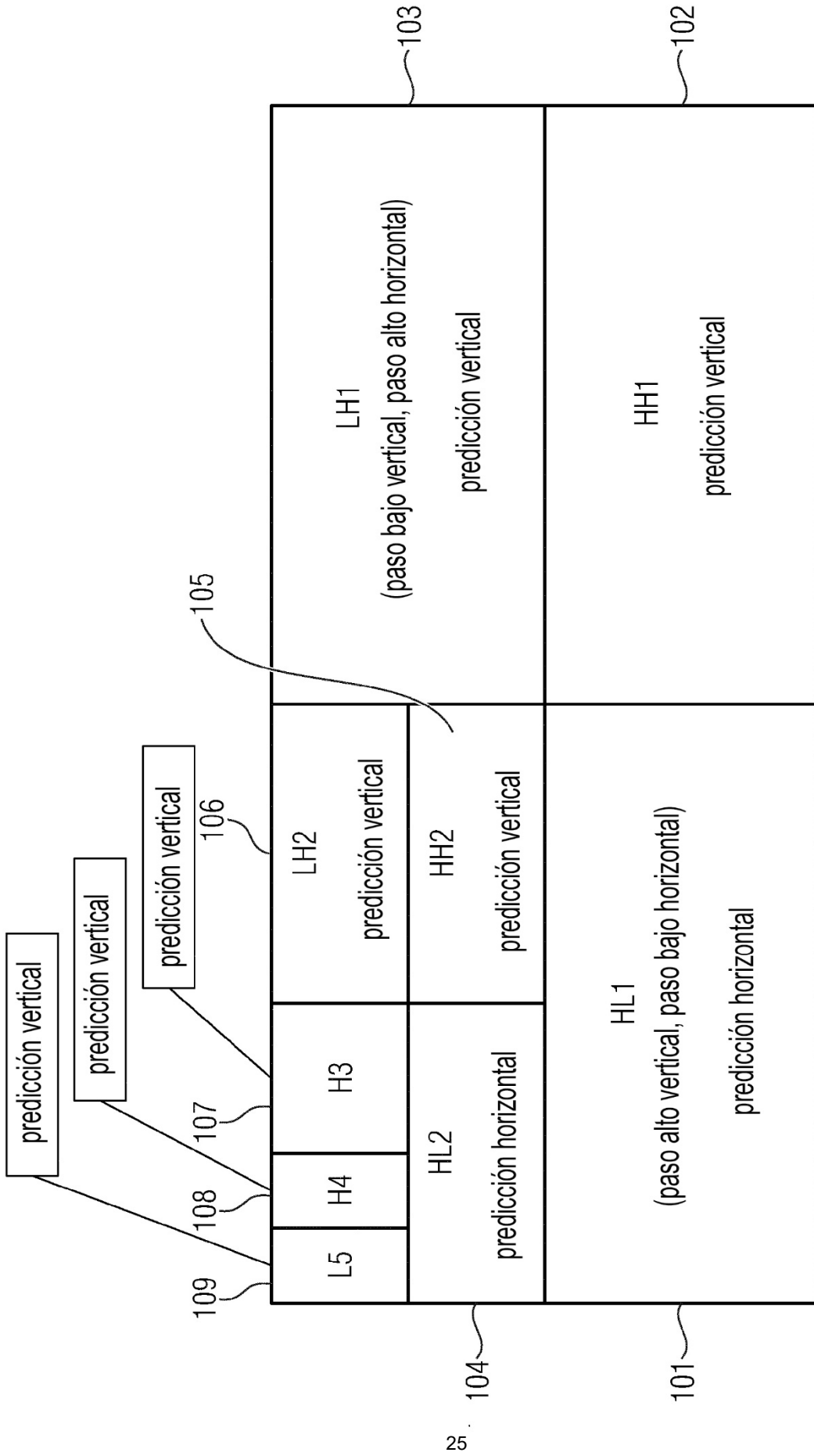


Fig. 5

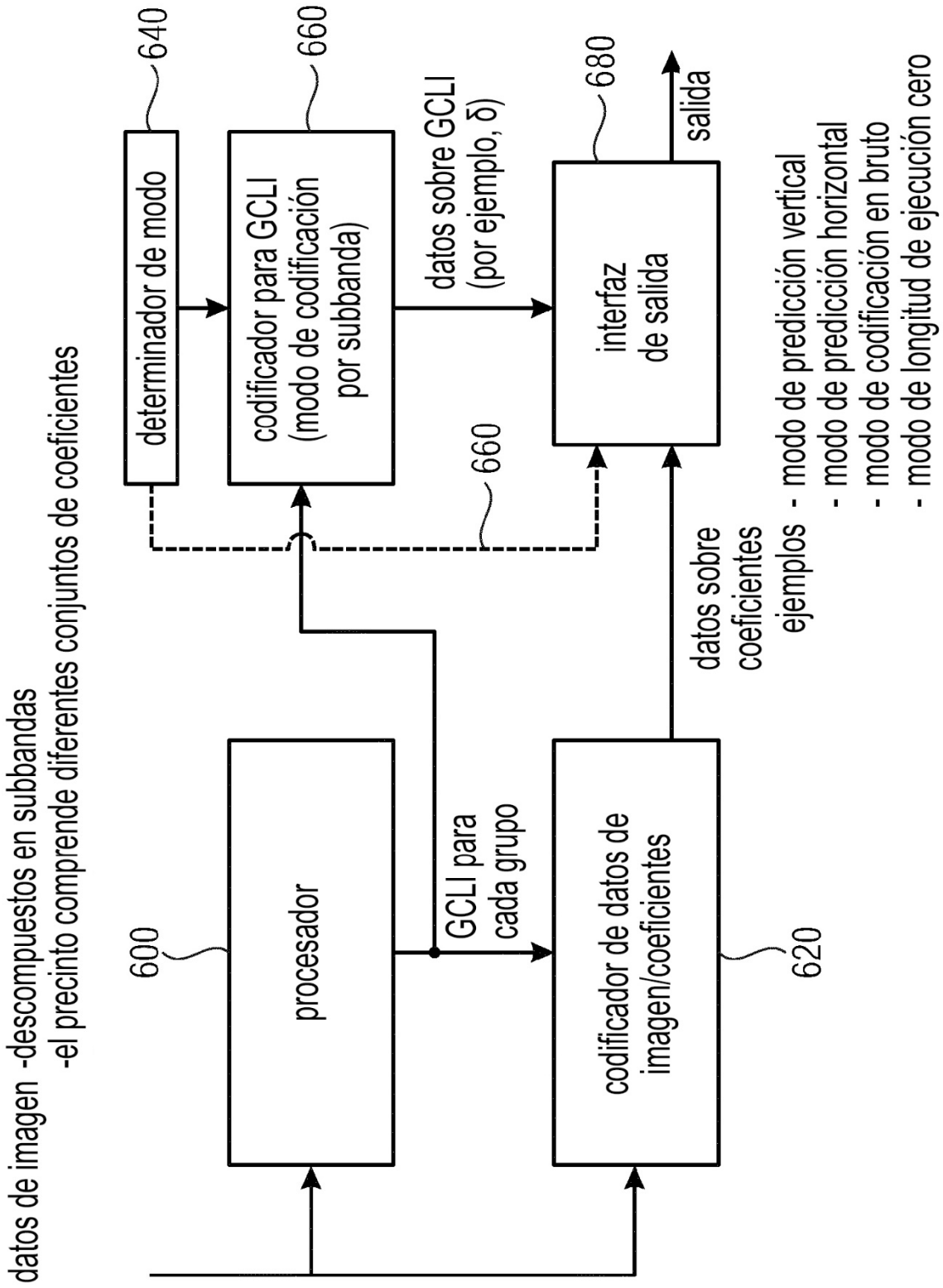


Fig. 6

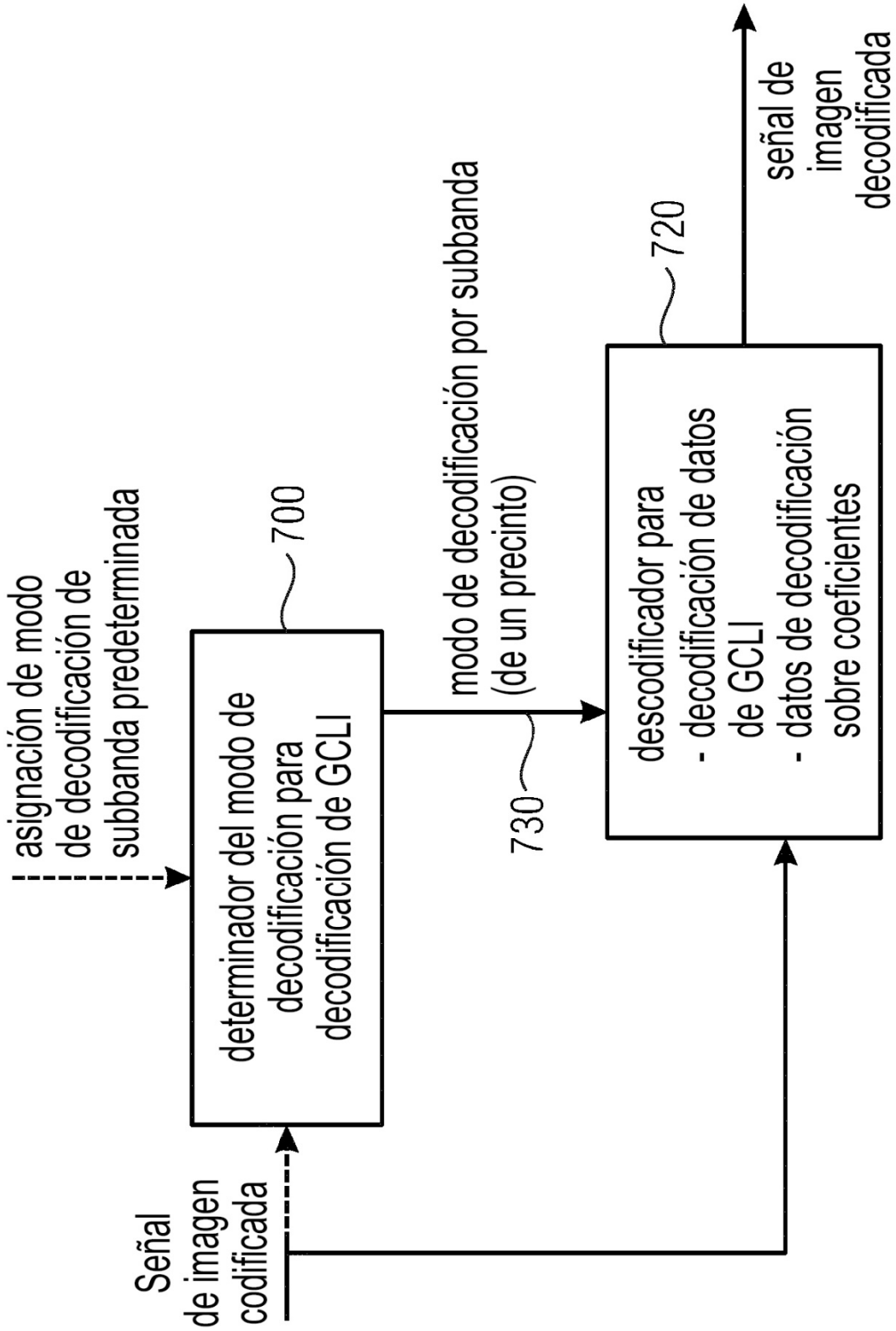


Fig. 7

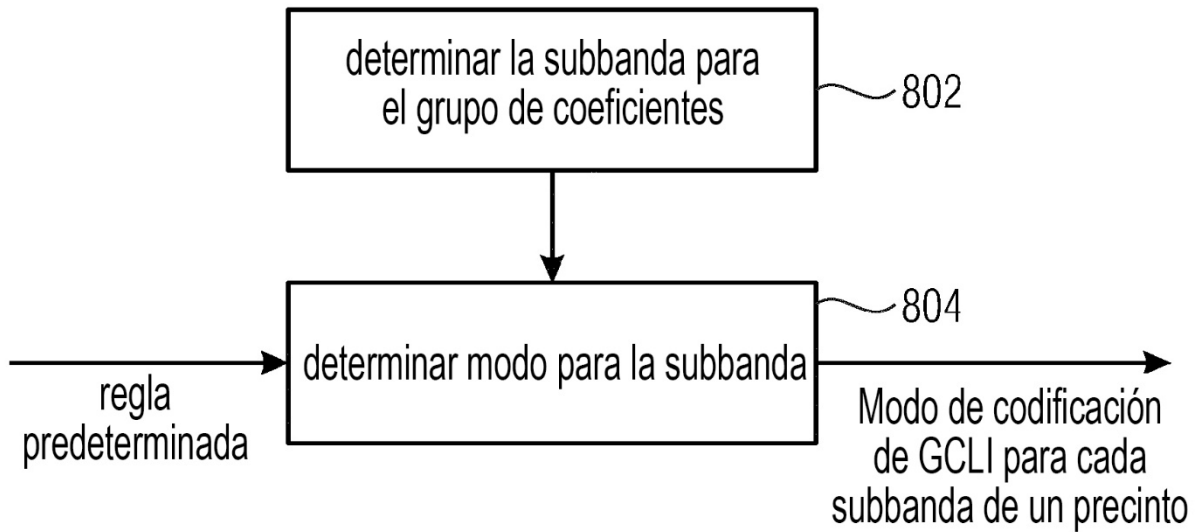


Fig. 8a

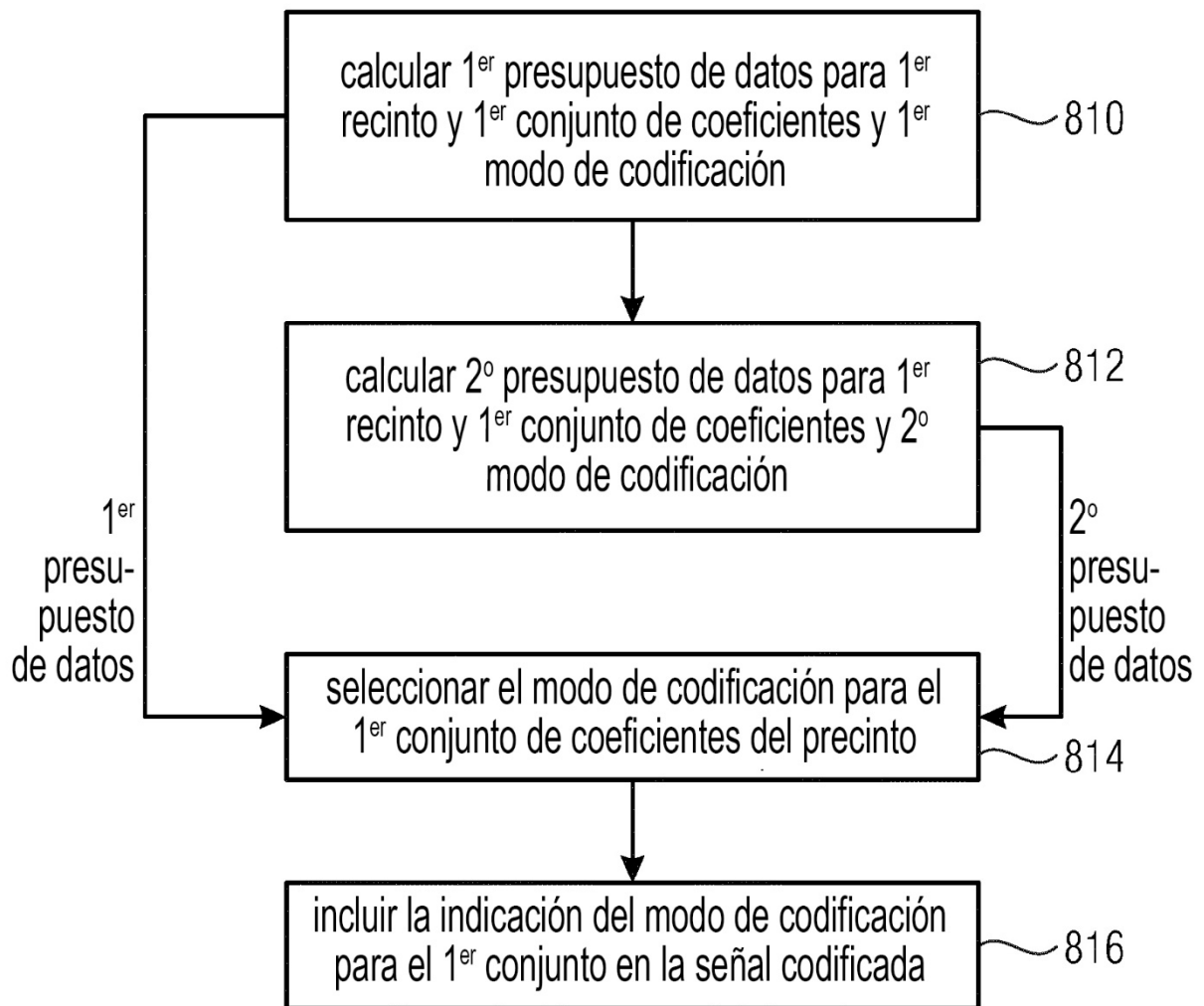


Fig. 8b

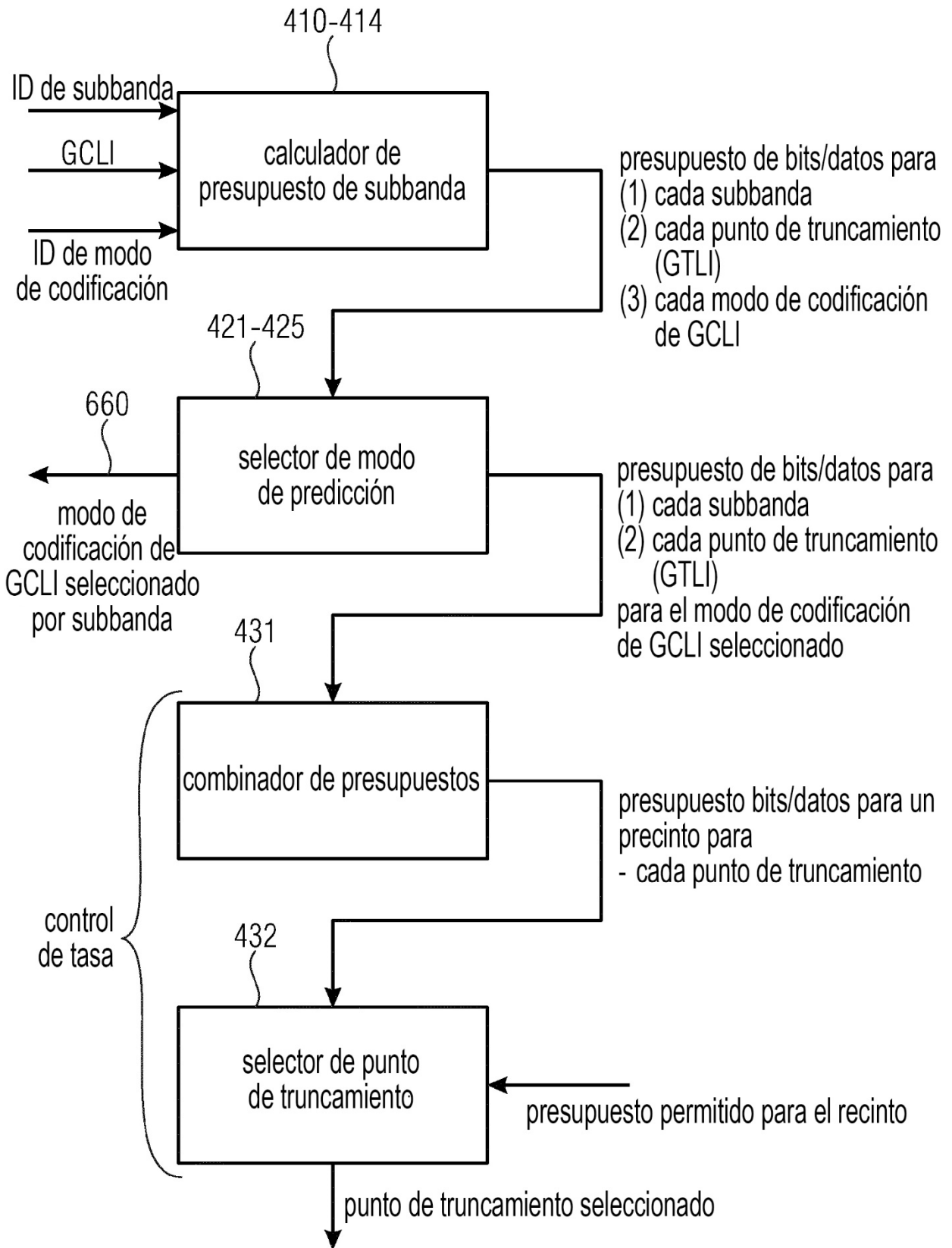


Fig. 8c

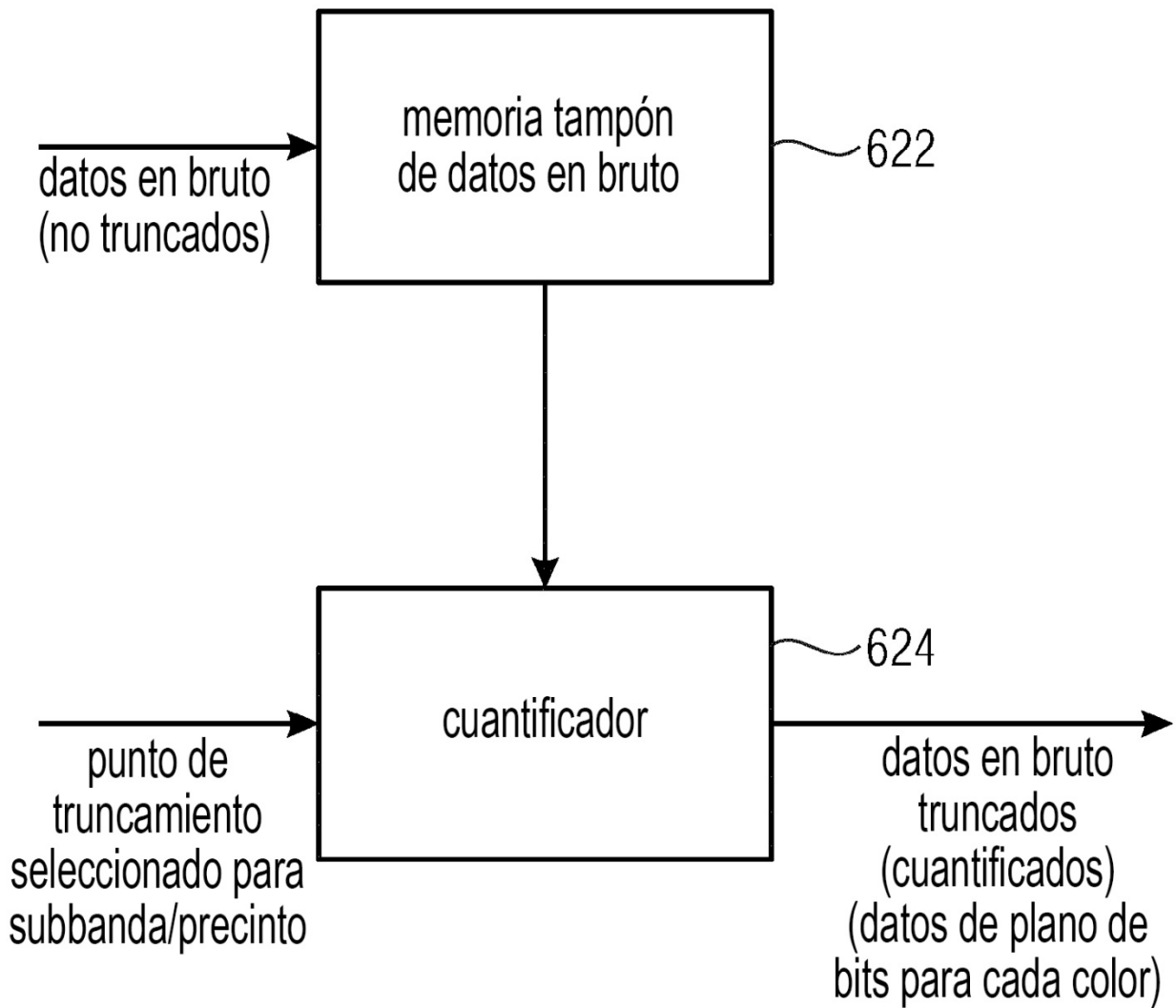


Fig. 8d

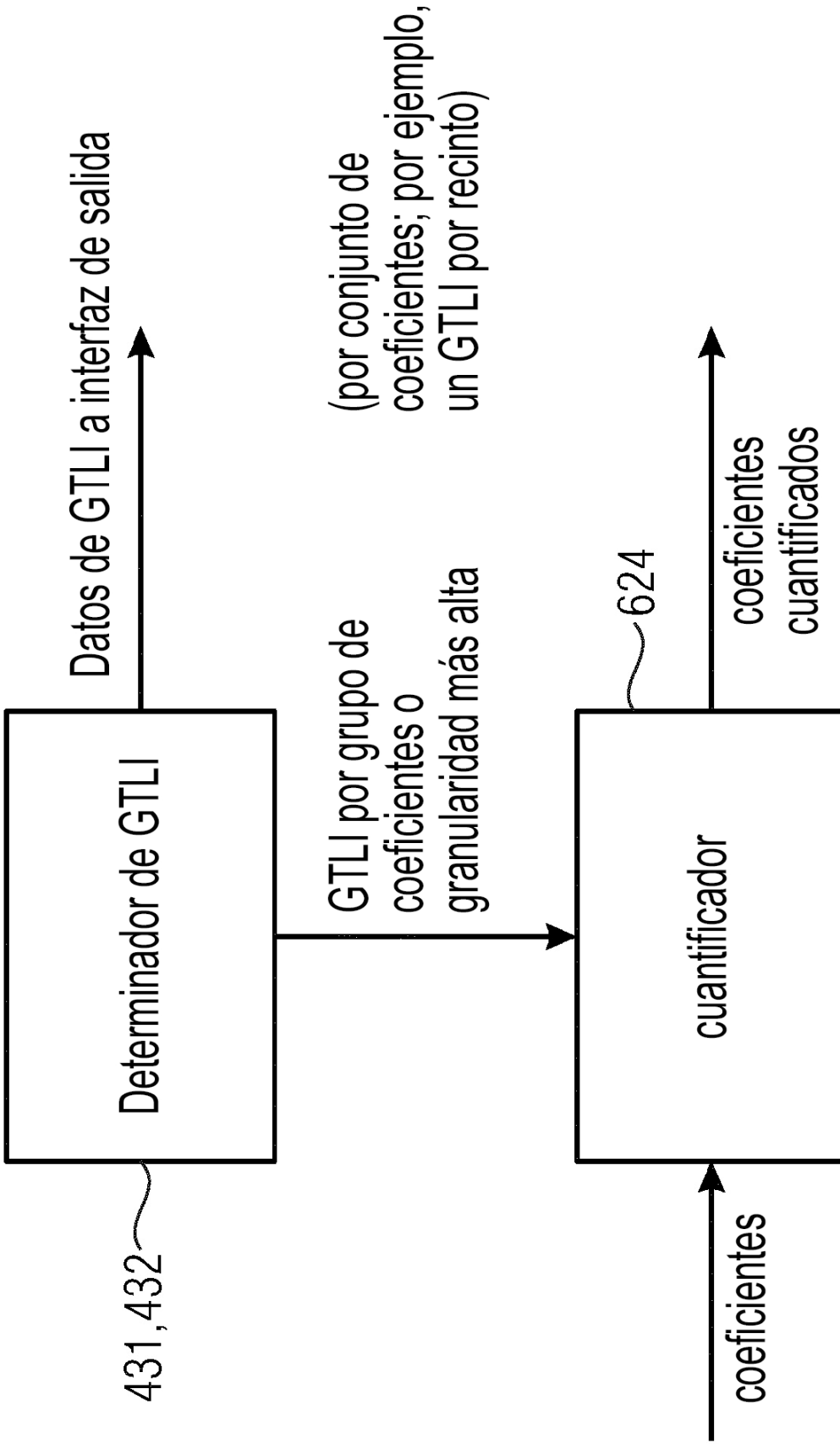
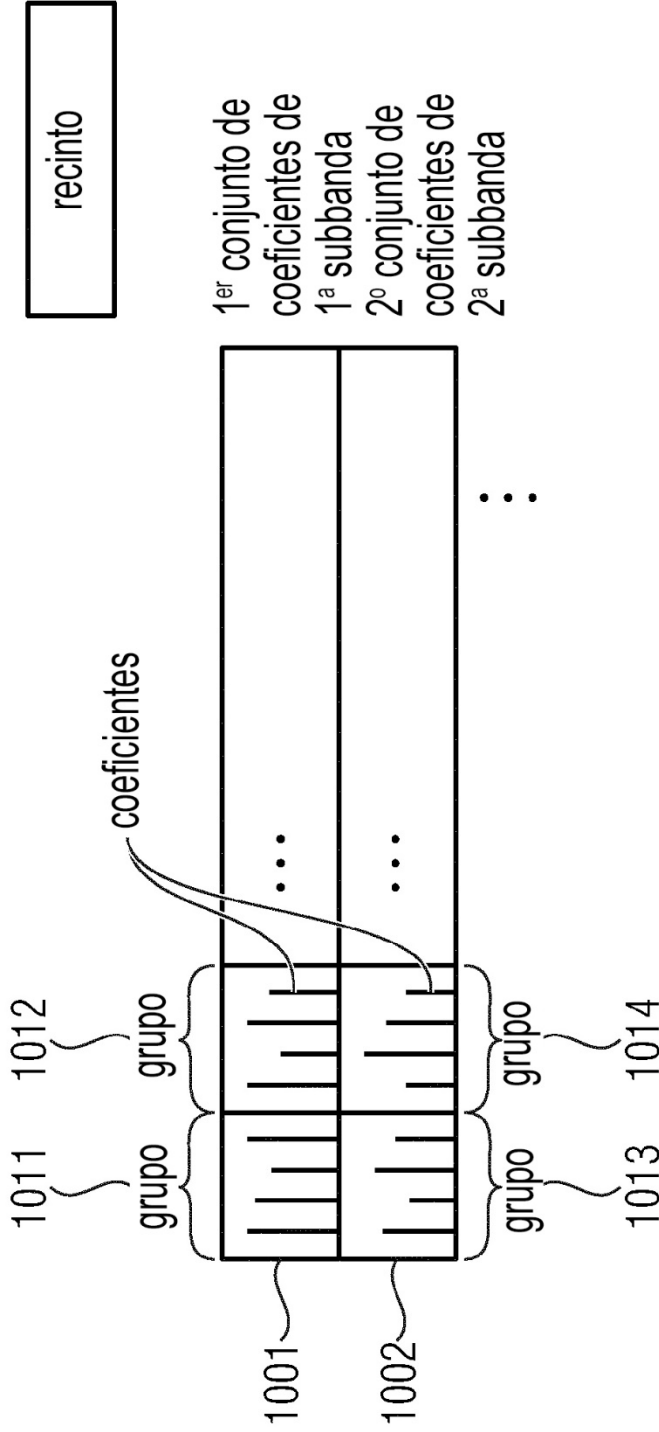


Fig. 9



- ejemplo - cuatro coeficientes son un grupo
- Se calcula GCLI para cada grupo (cuatro coeficientes)
  - Se calcula GTLI para cada conjunto
    - o solo para cada precincto, es decir,
    - para todos los coeficientes en ambos conjuntos

---

RECINTO: 1<sup>a</sup> subbanda, 2<sup>a</sup> subbanda,... na subbanda se refieren a la misma área espacial de una imagen

Fig. 10

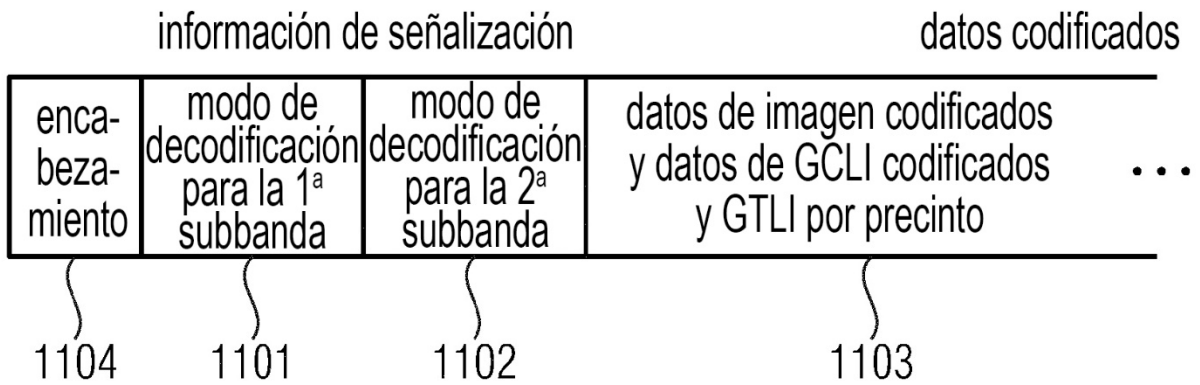
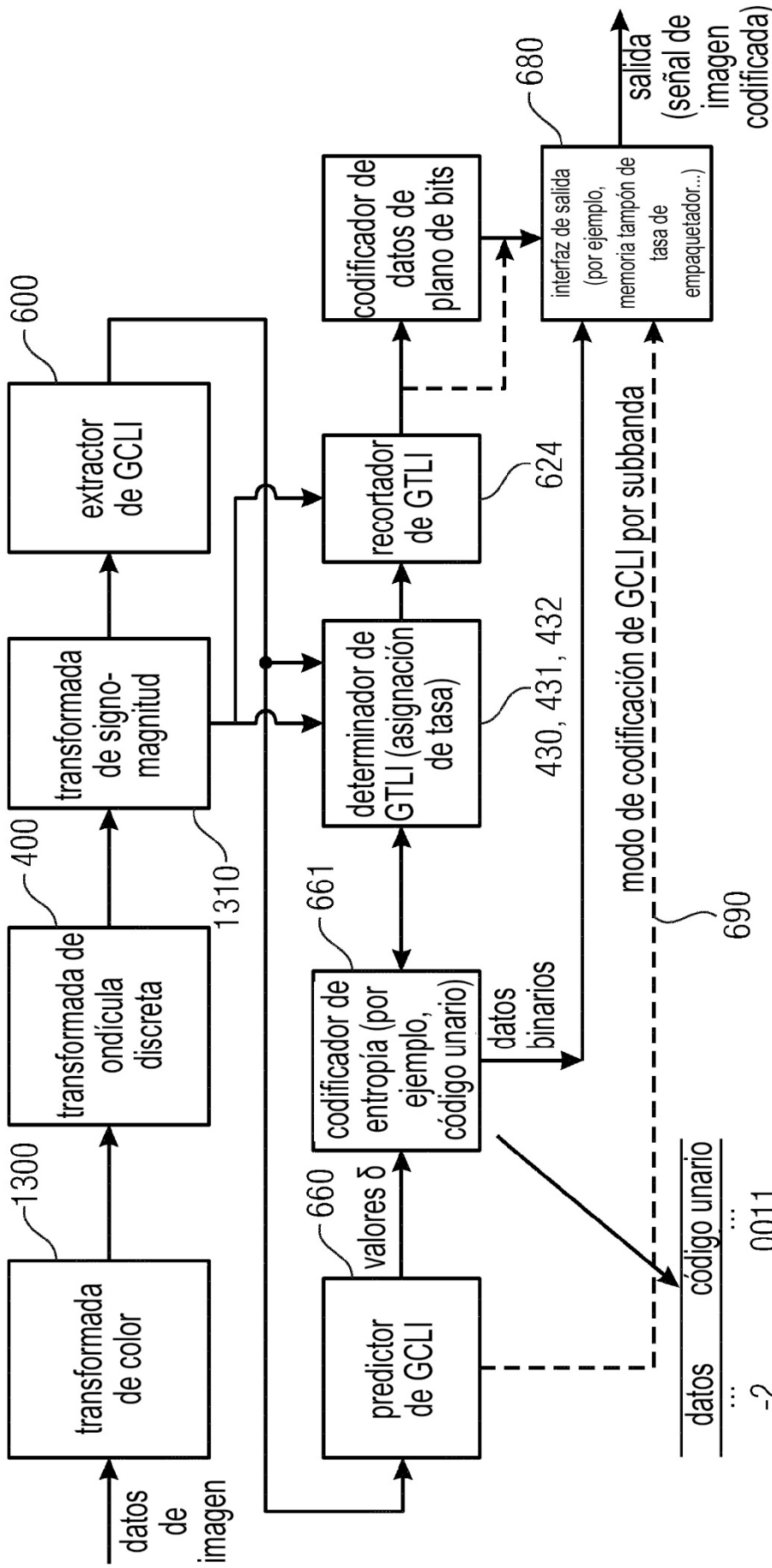


Fig. 11

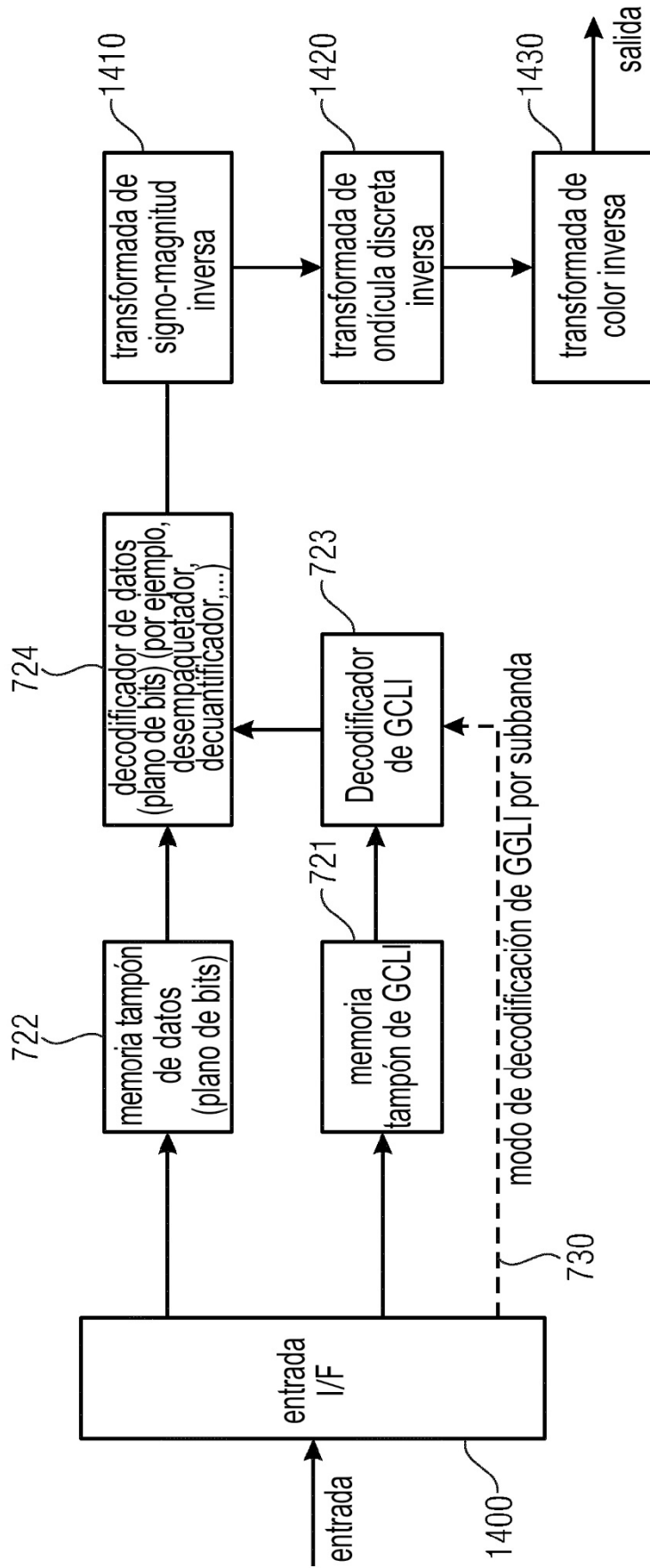


Fig. 12



(CODIFICADOR)

Fig. 13



(DECODIFICADOR)

Fig. 14

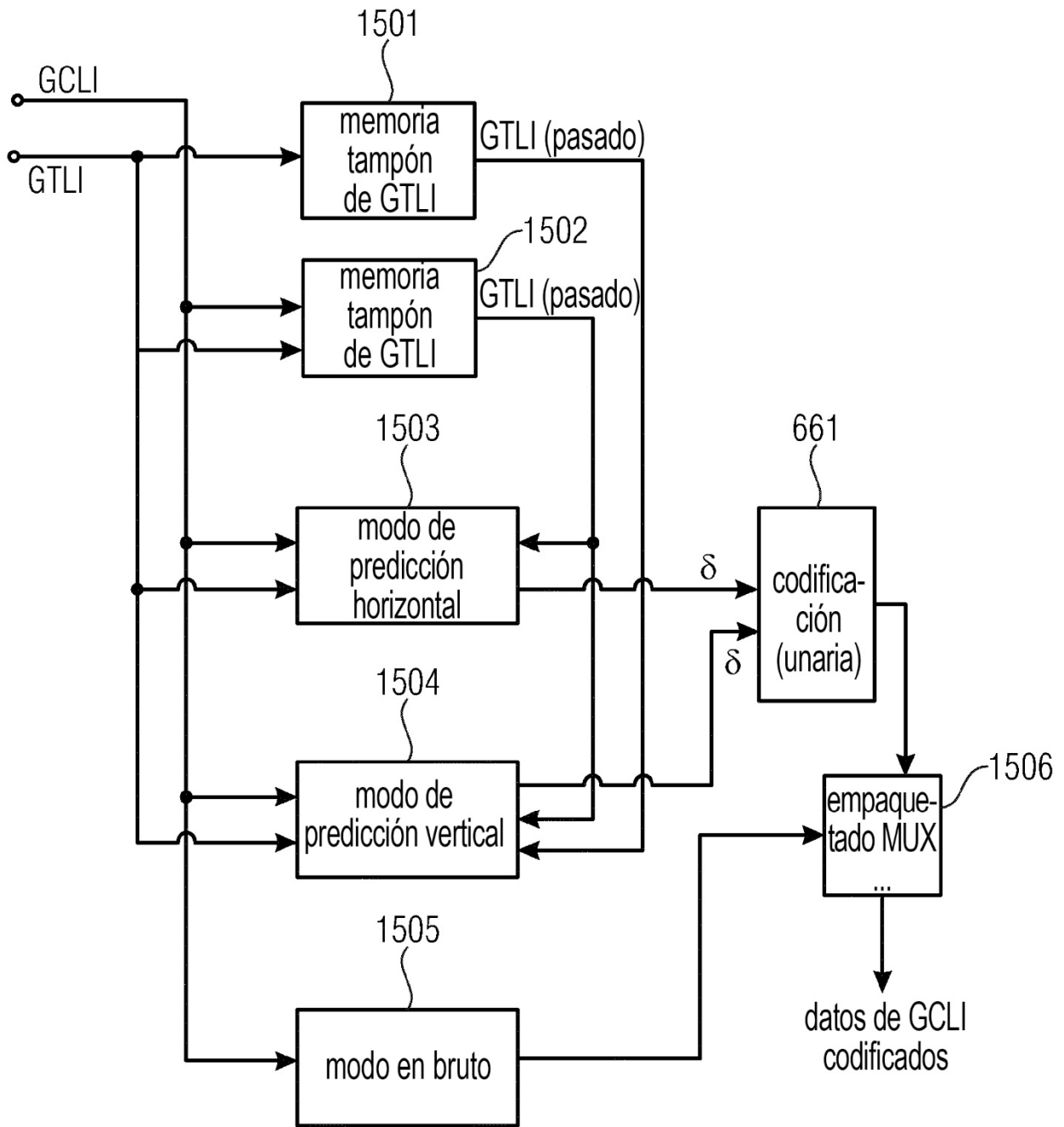


Fig. 15

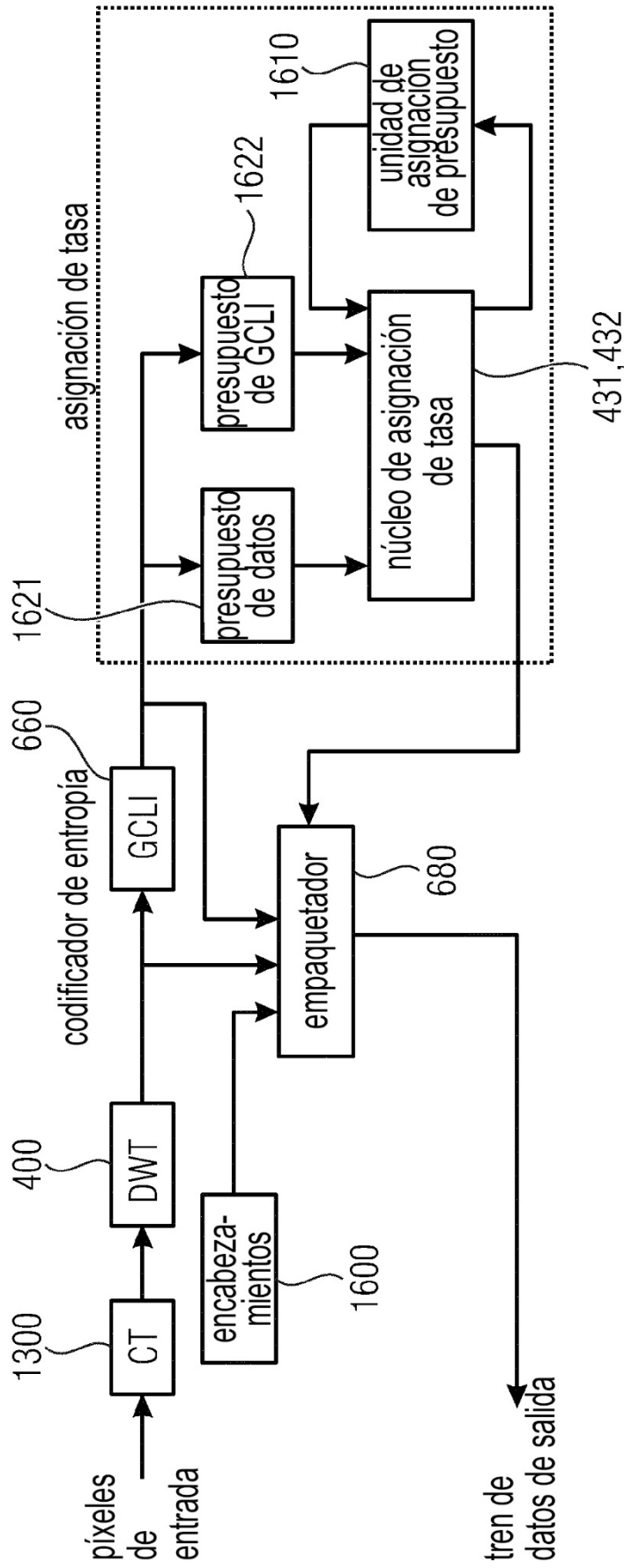


Fig. 16