

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 109**

51 Int. Cl.:

H04N 19/117 (2014.01)
H04N 19/463 (2014.01)
H04N 19/18 (2014.01)
H04N 19/48 (2014.01)
H04N 19/467 (2014.01)
H04N 19/176 (2014.01)
H04N 19/91 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2012** **E 18196614 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020** **EP 3442228**

54 Título: **Procedimiento de descodificación de imágenes**

30 Prioridad:

07.11.2011 FR 1160114

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

05.10.2020

73 Titular/es:

DOLBY INTERNATIONAL AB (100.0%)
Apollo Building, 3E, Herikerbergweg 1-35
1101 CN Amsterdam Zuid-Oost, NL

72 Inventor/es:

HENRY, FELIX y
GORDON, CLARE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 785 109 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

Procedimiento de descodificación de imágenes

Ámbito de la invención

5 La presente invención se refiere de forma general al ámbito del tratamiento de imágenes, y más precisamente a la codificación y a la descodificación de imágenes digitales y de secuencias de imágenes digitales.

La invención puede así, en particular, aplicarse a la codificación de video realizada en los codificadores de video actuales (MPEG, H.264, etc.) o futuros (ITU-T/VCEG (H.265) o ISO/MPEG (HEVC)).

Antecedentes de la invención

10 Los codificadores de vídeo actuales (MPEG, H.264, ...) utilizan una representación por bloques de la secuencia de video. Las imágenes se dividen en macrobloques, cada macrobloque a su vez se divide en bloques y cada bloque, o macrobloque, se codifica por predicción intra-imágenes o inter-imágenes. Así, algunas imágenes se codifican por predicción espacial (predicción intra), mientras que otras imágenes se codifican por predicción temporal (predicción inter) con relación a una o varias imágenes de referencia codificadas-descodificadas, con la ayuda de una compensación en movimiento conocida por el experto en la materia.

15 Para cada bloque se codifica un bloque residual, también llamado residuo de predicción, correspondiente al bloque original disminuido en una predicción. Los bloques residuales son transformados por una transformada de tipo transformada de coseno discreta (DCT), y luego cuantificados con la ayuda de una cuantificación por ejemplo de tipo escalar. Unos coeficientes de los cuales algunos son positivos y otros negativos se obtienen al término de la etapa de cuantificación. A continuación son recorridos en un orden de lectura generalmente en zigzag (como en la norma JPEG), lo cual permite utilizar el número importante de coeficientes nulos en las altas frecuencias. Al término del recorrido antes citado, se obtiene una lista monodimensional de coeficientes, la cual se denominará « residuo cuantificado ». Los coeficientes de esta lista se codifican entonces mediante una codificación entrópica.

La codificación entrópica (por ejemplo de tipo codificación aritmética o codificación de Huffman) se realiza del modo siguiente:

25 - una información se codifica de forma entrópica para indicar el emplazamiento del último coeficiente no nulo de la lista,

- para cada coeficiente situado antes del último coeficiente no nulo, se codifica entrópicamente una información para indicar si el coeficiente es nulo o no,

30 - para cada coeficiente no nulo indicado anteriormente, se codifica entrópicamente una información para indicar si el coeficiente es igual a uno o no,

- para cada coeficiente no nulo y no igual a uno situado antes del último coeficiente no nulo, se codifica entrópicamente una información de amplitud (valor absoluto del coeficiente disminuido en dos),

- para cada coeficiente no nulo, el signo que le es asignado es codificado por un '0' (para el signo +) o un '1' (para el signo -).

35 Según la técnica H.264 por ejemplo, cuando un macrobloque se divide en bloques, una señal de datos, correspondiente a cada bloque, se transmite al descodificador. Una señal de este tipo comprende:

- los residuos cuantificados contenidos en la lista anteriormente citada,
- informaciones representativas del modo de codificación utilizado, en particular:
 - 40 ● el modo de predicción (predicción intra, predicción inter, predicción por defecto realizando una predicción para la que no se transmite ninguna información al descodificador (« en inglés « skip »));
 - informaciones que precisan el tipo de predicción (orientación, imagen de referencia,...);
 - el tipo de partición;
 - el tipo de transformada, por ejemplo DCT 4x4, DCT 8x8, etc...
 - 45 ● las informaciones de movimiento si es necesario;
 - etc.

La descodificación se realiza imagen por imagen, y para cada imagen, macrobloque por macrobloque. Para cada partición de un macrobloque, se leen los elementos correspondientes del flujo. La cuantificación inversa y la transformación inversa de los coeficientes de los bloques se realizan para generar el residuo de predicción

decodificado. A continuación, se calcula la predicción de la partición y se reconstituye la partición añadiendo la predicción al residuo de predicción decodificado.

5 La codificación intra o inter por competición, tal como se realiza en la norma H.264, se basa así en la puesta en competición de diferentes informaciones de codificación tales como las antes citadas, con el fin de seleccionar el mejor modo, es decir aquél que optimice la codificación de la partición considerada según un criterio de rendimiento predeterminado, por ejemplo el coste flujo/distorsión bien conocido del experto en la materia.

Las informaciones representativas del modo de codificación seleccionado están contenidas en la señal de datos transmitida por el codificador al descodificador. El descodificador es así capaz de identificar el modo de codificación seleccionado en el codificador y luego, aplicar la predicción conforme a este modo.

10 En el documento «Data Hiding of Motion Information in Chroma and Luma Samples for Video Compression», J.-M. Thiesse, J. Jung and M. Antonini, International workshop on multimedia signal processing, 2011, se presenta un procedimiento de ocultación de datos (traducción inglesa de «Data Hiding») utilizado en el transcurso de una compresión de video.

15 Más concretamente, se propone evitar incluir en la señal que haya que transmitir al descodificador al menos un índice de competición tal como resultado de una pluralidad de índices de competición que haya que transmitir. Un índice de este tipo es por ejemplo el índice MVComp que representa una información que permite identificar el predictor de vector de movimiento utilizado para un citado bloque en modo Inter. Un índice de este tipo que puede valer 0 o 1, no es inscrito directamente en la señal de datos codificados, sino transportado por la paridad de la suma de los coeficientes del residuo cuantificado. Una asociación se crea entre la paridad del residuo cuantificado y el índice MVComp. A título de ejemplo, el valor par del residuo cuantificado está asociado con el índice MVComp de valor 0, mientras que el valor impar del residuo cuantificado está asociado con el índice MVComp de valor 1. Dos casos pueden presentarse. En un primer caso, si la paridad del residuo cuantificado corresponde ya a la del índice MVComp, que se desea transmitir, el residuo cuantificado es codificado de forma clásica. En un segundo caso, si la paridad del residuo cuantificado es diferente de la del índice MVComp que se desea transmitir, se procede a una modificación del residuo cuantificado de forma que su paridad sea la misma que la del índice MVComp. Una modificación de este tipo consiste en aumentar o disminuir uno o varios coeficientes del residuo cuantificado en un valor impar (por ejemplo: +1, -1, +3, -3, +5, -5...) y retener solo la modificación que optimice un criterio predeterminado, en este caso el coste flujo-distorsión anteriormente citado.

20 En el descodificador, el índice MVComp no es leído en la señal. El descodificador se contenta simplemente con determinar clásicamente el residuo. Si el valor de este residuo es par, el índice MVComp se fija en 0. Si el valor de este residuo es impar, el índice MVComp se fija en 1.

Conforme a la técnica que acaba de ser presentada, los coeficientes que experimentan la modificación no son siempre elegidos de forma óptima, por lo que la modificación aplicada produce perturbaciones en la señal transmitida al descodificador. Tales perturbaciones perjudican inevitablemente la eficacia de la compresión de vídeo.

35 Por otro lado, el índice MVComp no constituye la información más interesante que haya que ocultar pues las probabilidades de que este índice sea igual a 0 o a 1 no son iguales. En consecuencia, si este índice es codificado de forma clásica por una codificación entrópica, se representará en el archivo comprimido que haya que transmitir al descodificador, por una cantidad de datos inferior a un bit por índice MVComp transmitido. En consecuencia, si el índice MVComp es transmitido dentro de la paridad del residuo cuantificado, la cantidad de datos así economizada es inferior a un bit por índice MVComp, mientras que la paridad del residuo podría permitir transportar una información de un bit por índice.

Por consiguiente, la reducción del coste de señalización, al igual que la eficacia de la compresión, no son óptimas.

Objeto y resumen de la invención

Uno de los fines de la invención es remediar los inconvenientes del estado de la técnica anteriormente citado.

45 A este respecto, un objeto de la presente invención se refiere a un procedimiento de descodificación de una señal de datos representativa de al menos una imagen dividida en particiones que ha sido anteriormente codificada, conteniendo una partición corriente que haya que descodificar datos de los cuales al menos a un dato se le ha asignado un signo.

50 Un procedimiento de descodificación de este tipo se caracteriza por que comprende, para la partición corriente, las etapas siguientes:

- descodificación de los datos de la partición corriente, con exclusión del signo,
- cálculo del valor de una función representativa de los datos decodificados de la partición corriente,
- obtención, a partir del valor calculado, del valor del signo.

En un modo de realización particular, se obtiene una pluralidad de valores asociados respectivamente con una pluralidad de signos a partir del valor calculado.

Breve descripción de los dibujos

5 Otras características y ventajas aparecerán con la lectura de dos modos de realización preferidos descritos con referencia a las figuras en las cuales:

- la figura 1 representa las etapas generales del procedimiento de codificación según la invención,
- la figura 2 representa un dispositivo de codificación según la invención que es apto para realizar las etapas del procedimiento de codificación de la figura 1,
- 10 - la figura 3 representa un modo de realización particular del procedimiento de codificación según la invención,
- la figura 4 representa un modo de realización particular de un dispositivo de codificación según la invención,
- la figura 5 representa las etapas generales del procedimiento de descodificación según la invención,
- la figura 6 representa un dispositivo de descodificación según la invención que es apto para realizar las etapas del procedimiento de decodificación de la figura 5,
- 15 - la figura 7 representa un modo de realización particular del procedimiento de descodificación según la invención,
- la figura 8 representa un modo de realización particular de un dispositivo de descodificación según la invención.

Descripción detallada de la parte de codificación

20 Se describirá ahora un modo de realización general de la invención, en el cual el procedimiento de codificación según la invención se utiliza para codificar una secuencia de imágenes según un flujo binario parecido al que se obtiene por una codificación según la norma H.264/MPEG-4 AVC. En este modo de realización, el procedimiento de codificación según la invención es por ejemplo implementado en forma de software o hardware mediante modificaciones de un codificador inicialmente conforme a la norma H.264/MPEG-4 AVC.

El procedimiento de codificación según la invención está representado en forma de un algoritmo que comprende las etapas S1 a S40, representadas en la figura 1.

25 Según el modo de realización de la invención, el procedimiento de codificación según la invención se utiliza en un dispositivo de codificación o codificador CO del cual un modo de realización se representa en la figura 2.

Conforme a la invención, se procede, previamente a la codificación propiamente dicha, a una división de una imagen IE de una secuencia de imágenes que haya que codificar en un orden predeterminado, en una pluralidad Z de particiones $B_1, B_2, \dots, B_i, \dots, B_z$, como se ha representado en la figura 2.

30 Conviene señalar que en el sentido de la invención, el término « partición » significa unidad de codificación (del inglés « coding unit »). Esta última terminología se utiliza particularmente en la norma HEVC/H.265 en curso de elaboración, por ejemplo en el documento accesible en la dirección Internet siguiente:

http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/current_document.php?id=3286

En particular, una unidad de codificación de este tipo reagrupa conjuntos de píxeles de forma rectangular o cuadrada, también llamados bloques, macrobloques, o bien conjuntos de píxeles que presentan otras formas geométricas.

35 En el ejemplo representado en la figura 2, las indicadas particiones son bloques que tienen una forma cuadrada y todos tienen el mismo tamaño. En función del tamaño de la imagen que no es forzosamente un múltiplo del tamaño de los bloques, los últimos bloques a la izquierda y los últimos bloques en la parte inferior pueden no ser cuadrados. En un modo alternativo de realización, los bloques pueden ser por ejemplo de tamaño rectangular y/o estar no alineados los unos con los otros.

40 Cada bloque o macrobloque puede por otro lado estar a su vez dividido en sub-bloques que a su vez son subdivisibles.

Una división de este tipo se realiza mediante un módulo PCO de partición representado en la figura 2 que utiliza por ejemplo un algoritmo de partición bien conocido como tal.

A continuación de la indicada etapa de división, se procede a la codificación de cada una de las particiones corrientes B_i (siendo i un número entero tal que $1 \leq i \leq Z$) de la indicada imagen IE.

45 En el ejemplo representado en la figura 2, dicha codificación se aplica sucesivamente a cada uno de los bloques B_1 a B_z de la imagen corriente IE. Los bloques se codifican según por ejemplo un recorrido tal como el recorrido « raster scan » bien conocido del experto en la materia.

La codificación según la invención se realiza en un módulo de software de codificación MC_CO del codificador CO, tal como se ha representado en la figura 2.

En el transcurso de una etapa S1 representada en la figura 1, el módulo de codificación MC_CO de la figura 2 selecciona como bloque corriente B_i el primer bloque B_1 que haya que codificar de la imagen corriente IE. Como se ha representado en la figura 2, se trata del primer bloque de la izquierda de la imagen IE.

5 En el transcurso de una etapa S2 representada en la figura 1, se procede a la extracción de datos del bloque corriente B_1 en forma de una lista $D_1 = (a_1, a_2, \dots, a_P)$. Una extracción de este tipo se realiza por un módulo de software de EX_CO tal como se ha representado en la figura 2. Tales datos son por ejemplo datos de píxeles, siendo los datos de píxeles no nulos afectados cada uno bien sea de un signo positivo, o bien de un signo negativo.

Cada uno de los datos de la lista D_1 está asociado a diferentes informaciones digitales que están destinadas para experimentar una codificación entrópica. Tales informaciones digitales se describen a continuación a título de ejemplo.

10 - en cada dato situado antes del último dato no nulo de la lista D_1 , una información digital, tal como un bit, está destinada para ser codificada entrópicamente para indicar si el dato es nulo o no: si el dato es nulo, es por ejemplo el bit de valor 0 el que se codificará, mientras que si el dato es no nulo, es el bit de valor 1 el que se codificará;

15 - en cada dato no nulo, una información digital, tal como un bit, está destinada para ser codificada entrópicamente para indicar si el valor absoluto del dato es igual a uno o no: si es igual a 1, es por ejemplo el bit de valor 1 el que se codificará, mientras que si es igual a 0, es el bit de valor 0 el que se codificará;

- en cada dato no nulo cuyo valor absoluto sea no igual a uno y que esté situado antes del último dato no nulo, se codifica entrópicamente una información de amplitud,

- en cada dato no nulo, el signo que le es asignado es codificado por una información digital, tal como un bit por ejemplo puesto a '0' (para el signo +) o a '1' (para el signo -).

20 Se describirán a continuación, con referencia a la figura 1, las etapas específicas de codificación según la invención.

Conforme a la invención, se ha decidido evitar codificar entrópicamente al menos un signo de uno de los indicados datos de la lista D_1 .

Conforme al modo de realización preferido, es el signo del primer dato no nulo el que está destinado para ser ocultado. Un signo de este tipo es por ejemplo positivo y es asignado al primer dato no nulo, tal como por ejemplo el dato a_2 .

25 En el transcurso de una etapa S3 representada en la figura 1, el módulo de tratamiento MTR_CO calcula el valor de una función f que es representativa de los datos de la lista D_1 .

En el modo preferido de realización donde un solo signo está destinado para ser ocultado en la señal que haya que transmitir al decodificador, la función f es la paridad de la suma de los datos de la lista D_1 .

30 En el transcurso de una etapa S4 representada en la figura 1, el módulo de tratamiento MTR_CO comprueba si la paridad del valor del signo que haya que ocultar corresponde a la paridad de la suma de los datos de la lista D_1 , en virtud de un convenio definido previamente en el codificador CO.

En el ejemplo propuesto, el citado convenio es tal que un signo positivo está asociado con un bit de valor igual a cero, mientras que un signo negativo está asociado con un bit de valor igual a uno.

35 Si, de acuerdo con el convenio adoptado en el codificador CO según la invención, el signo es positivo, lo cual corresponde a un valor de bit de codificación de cero y la suma de los datos de la lista D_1 es par, se procede a una etapa S20 de codificación entrópica de los datos de la lista D_1 anteriormente citada, a excepción del signo del primer dato no nulo a_2 . Una etapa S20 de este tipo se representa en la figura 1.

40 Si, siempre de acuerdo con el convenio adoptado en el codificador CO según la invención, el signo es negativo, lo cual corresponde a un valor de bit de codificación de uno, y la suma de los datos de la lista D_1 es impar, se procede igualmente a la etapa S20 de codificación entrópica de los datos de la lista D_1 anteriormente citada, a excepción del signo del primer dato no nulo a_2 .

45 Si, de acuerdo con el convenio adoptado en el codificador CO según la invención, el signo es positivo, lo cual corresponde a un valor de bit de codificación de cero, y la suma de los datos de la lista D_1 es impar, se procede, en el transcurso de una etapa S5 representada en la figura 1, a una modificación de al menos un dato modificable de la lista D_1 .

Si, siempre de acuerdo con el convenio adoptado en el codificador CO según la invención, el signo es negativo, lo cual corresponde a un valor de bit de codificación de uno, y la suma de los datos de la lista D_1 es par, se procede igualmente a la etapa S5 de modificación de al menos un dato modificable de la lista D_1 .

Según la invención, un dato es modificable si la modificación de su valor no provoca desincronización en el decodificador, una vez que este dato modificado es tratado por el decodificador. Así, el módulo de tratamiento MTR_CO se configura inicialmente para no modificar:

- 5 - el o los datos nulos situados antes del primer dato no nulo, con el fin de que el decodificador no asigne el valor del signo oculto a este o estos datos nulos,
- y por motivos de complejidad de cálculo, el o los datos nulos situados después del último dato no nulo.

Una operación de modificación de este tipo es realizada por el módulo de tratamiento MTR_CO de la figura 2.

10 En el ejemplo de realización propuesto, se supone que la suma total de los datos de la lista D_1 es igual a 5, y es por consiguiente impar. Con el fin de que el decodificador pueda reconstruir el signo positivo asignado al primer dato no nulo a_2 , sin que el codificador CO tenga que transmitir este dato al decodificador, es preciso que la paridad de la suma se vuelva par. En consecuencia, el módulo de tratamiento MTR_CO comprueba, en el transcurso de la indicada etapa S5, diferentes modificaciones de datos de la lista D_1 , tratando todas de cambiar la paridad de la suma de los datos. En el modo preferido de realización, se procede al añadido de +1 o -1 a cada dato modificable y a la selección, según un criterio predeterminado, de una modificación entre todas aquellas que son realizadas.

15 Se obtiene entonces, al término de la etapa S5, una lista modificada $D_{m1}=(a'_1, a'_2, \dots, a'_p)$.

20 Conviene señalar que en el transcurso de esta etapa, algunas modificaciones están prohibidas. Así, en el caso en que el primer dato no nulo tenga un valor de +1, no sería posible añadirle -1, pues se volvería nulo, y perdería entonces su característica de primer dato no nulo de la lista D_1 . El decodificador atribuiría entonces posteriormente el signo decodificado (mediante cálculo de la paridad de la suma de los datos) a otro dato, y se tendría entonces un error de decodificación.

A continuación se procede a la etapa S20 de codificación entrópica de los datos de la lista D_{m1} anteriormente citada, a excepción del signo positivo del primer dato no nulo a_2 , cuyo signo es ocultado en la paridad de la suma de los datos.

25 Conviene señalar que el conjunto de las amplitudes de los datos de la lista D_1 o de la lista modificada D_{m1} se codifica antes del conjunto de los signos, con exclusión del signo del primer dato no nulo que no se codifica como ha sido explicado anteriormente.

En el transcurso de una etapa siguiente S30 representada en la figura 1, el módulo de codificación MC_CO de la figura 2 verifica si el bloque corriente codificado es el último bloque de la imagen IE.

Si el bloque corriente es el último bloque de la imagen IE, en el transcurso de una etapa S40 representada en la figura 1, se pone fin al procedimiento de codificación.

30 Si tal no es el caso, se procede a la selección del bloque siguiente B_i que se codifica entonces conforme al orden de recorrido raster scan anteriormente citado, mediante iteración de las etapas S1 a S20, para $1 \leq i \leq Z$.

Una vez realizada la codificación entrópica de todos los bloques B_1 a B_Z , se procede a la construcción de una señal F que representa, en forma binaria, los indicados bloques codificados.

35 La construcción de la señal binaria F se realiza en un módulo de software CF de construcción de flujo, tal como se ha representado en la figura 2.

El flujo F es seguidamente transmitido por una red de comunicación (no representada), a un terminal distante. Este comprende un decodificador que se describirá con más detalle en lo que sigue de la descripción.

Ahora se describirá, principalmente en referencia a la figura 1, otro modo de realización de la invención.

40 Este otro modo de realización se distingue del anterior únicamente por el número de signos que haya que ocultar que es N, siendo N un número entero tal que $N \geq 2$.

A este respecto, la función f es el resto en módulo 2^N de la suma de los datos de la lista D_1 . Se supone que en el ejemplo propuesto, $N=2$, siendo los dos signos que haya que ocultar los dos primeros signos de los dos primeros datos no nulos de la lista D_1 , por ejemplo a_2 y a_3 .

45 En el transcurso de la etapa S4 representada en la figura 1, el módulo de tratamiento MTR_CO verifica si la configuración de los N signos, o sea 2^N configuraciones posibles, corresponde al valor del resto en módulo 2^N de la suma de los datos de la lista D_1 .

En el ejemplo propuesto donde $N=2$, existen $2^2=4$ configuraciones de signos diferentes.

Estas cuatro configuraciones obedecen a un convenio en el codificador CO, el cual es por ejemplo determinado del modo siguiente:

- un resto igual a cero corresponde a dos signos positivos consecutivos: +, +;
- un resto igual a uno corresponde a un signo positivo y un signo negativo consecutivos: +, -;
- 5 - un resto igual a dos corresponde a un signo negativo y un signo positivo consecutivos: -, +;
- un resto igual a tres corresponde a dos signos negativos consecutivos: -, -.

Si la configuración de los N signos corresponde al valor del resto en módulo 2^N de la suma de los datos de la lista D_1 , se procede a la etapa S20 de codificación entrópica de los datos de la lista D_1 anteriormente citada, a excepción del signo respectivo de los dos primeros datos no nulos a_2 y a_3 , cuyos signos son ocultados en la paridad de la suma en módulo 2^N de los datos de la lista D_1 .

Si tal no es el caso, se procede a la etapa S5 de modificación de al menos un dato modificable de la lista D_1 . Una modificación de este tipo es realizada por el módulo de tratamiento MTR_CO de la figura 2 de tal forma que el resto en módulo 2^N de la suma de los datos modificables de la lista D_1 , alcance el valor de cada uno de los dos signos que haya que ocultar.

15 Se obtiene entonces una lista modificada $D_{m1} = (a'_1, a'_2, \dots, a'_p)$.

Seguidamente se procede a la etapa S20 de codificación entrópica de los datos de la lista D_{m1} anteriormente citada, a excepción del signo del primer dato no nulo a_2 y del signo del segundo dato no nulo a_3 , cuyos signos son ocultados en la paridad de la suma en módulo 2^N de los datos.

20 Se describirá ahora un modo de realización particular de la invención, en el cual se utiliza siempre el procedimiento de codificación según la invención para codificar una secuencia de imágenes según un flujo binario parecido al que se obtiene mediante una codificación según la norma H.264/MPEG-4 AVC. En este modo de realización, el procedimiento de codificación según la invención es por ejemplo implementado de forma de software o de hardware por modificaciones de un codificador inicialmente conforme a la norma H.264/MPEG-4 AVC.

25 El procedimiento de codificación según la invención está representado en forma de un algoritmo que comprende las etapas C1 a C40, tales como las representadas en la figura 3.

Según el modo de realización de la invención, el procedimiento de codificación se utiliza en un dispositivo de codificación o codificador CO1 del cual un modo de realización está representado en la figura 4.

30 Conforme a la invención, y como se ha descrito en los ejemplos anteriores, se procede, previamente a la codificación propiamente dicha, a una división de una imagen IE de una secuencia de imágenes que haya que codificar en un orden predeterminado, en una pluralidad Z de particiones $B'_1, B'_2, \dots, B'_i, \dots, B'_z$, como se ha representado en la figura 4.

35 En el ejemplo representado en la figura 4, las indicadas particiones son bloques que tienen una forma cuadrada y tienen, todos, el mismo tamaño. En función del tamaño de la imagen que no es forzosamente un múltiplo del tamaño de los bloques, los últimos bloques de la izquierda y los últimos bloques de la parte inferior pueden no ser cuadrados. En un modo alternativo de realización, los bloques pueden ser por ejemplo de tamaño rectangular, y/o no alineados los unos con los otros.

Cada bloque o macrobloque puede por otro lado ser a su vez dividido en sub-bloques que a su vez son subdivisibles.

Una división de este tipo se realiza mediante un módulo de software PCO1 de partición representado en la figura 4 que es idéntico al módulo de partición PCO representado en la figura 2.

40 A continuación de la indicada etapa de división, se procede a la codificación de cada una de las particiones corrientes B'_i (siendo i un número entero tal que $1 \leq i \leq Z$) de la indicada imagen IE.

En el ejemplo representado en la figura 4, una codificación de este tipo se aplica sucesivamente a cada uno de los bloques B'_1 a B'_z de la imagen corriente IE. Los bloques se codifican según un recorrido tal como por ejemplo el recorrido «raster scan» bien conocido por el experto en la materia.

45 La codificación según la invención se realiza en un módulo de software de codificación MC_CO1 del codificador CO1, tal como se ha representado en la figura 4.

En el transcurso de una etapa C1 representada en la figura 3, el módulo de codificación MC_CO1 de la figura 4 selecciona como bloque corriente B'i el primer bloque B'i que haya que codificar de la imagen corriente IE. Como se ha representado en la figura 4, se trata del primer bloque de la izquierda de la imagen IE.

5 En el transcurso de una etapa C2 representada en la figura 3, se procede a la codificación predictiva del bloque corriente B'i mediante técnicas conocidas de predicción intra y/o inter, en el transcurso de la cual se predice el bloque B'i con relación a al menos un bloque anteriormente codificado y descodificado. Una predicción de este tipo es realizada por un módulo de software de predicción PRED_CO1 tal como se ha representado en la figura 4.

Se entiende que otros modos de predicción intra tales como los propuestos en la norma H.264 son posibles.

10 El bloque corriente B'i puede ser igualmente sometido a una codificación predictiva en el modo inter, en el transcurso de la cual se predice el bloque corriente con relación a un bloque procedente de una imagen anteriormente codificada y descodificada. Otros tipos de predicción se pueden, bien entendido, considerar. Entre las predicciones posibles para un bloque corriente, la predicción óptima se selecciona según un criterio de flujo distorsión bien conocido por el experto en la materia.

15 La mencionada etapa de codificación predictiva anteriormente citada permite construir un bloque predictivo B'p1 que es una aproximación del bloque corriente B'i. Las informaciones relativas a esta codificación predictiva están destinadas a ser inscritas en una señal que haya que transmitir al descodificador. Tales informaciones comprenden particularmente el tipo de predicción (inter o intra), y llegado el caso, el modo de predicción intra, el tipo de posicionamiento de un bloque o macrobloque si este último ha sido subdividido, el índice de imagen de referencia y el vector de desplazamiento utilizados en el modo de predicción inter. Estas informaciones son comprimidas por el
20 codificador CO1.

En el transcurso de una etapa siguiente C3 representada en la figura 3, el módulo de predicción PRED_CO1 compara los datos relativos al bloque corriente B'i con los datos del bloque predictivo B'p1. Más precisamente, en el transcurso de esta etapa, se procede clásicamente a la sustracción del bloque predictivo B'p1 del bloque corriente B'i para producir un bloque residuo B'r1.

25 En el transcurso de una etapa siguiente C4 representada en la figura 3, se procede a la transformación del bloque residuo B'r1 según una operación clásica de transformación directa, tal como por ejemplo una transformación en coseno discreta de tipo DCT, para producir un bloque transformado B't1. Una operación de este tipo se realiza mediante un módulo de software MT_CO1 de transformada, tal como se ha representado en la figura 4.

30 En el transcurso de una etapa siguiente C5 representada en la figura 3, se procede a la cuantificación del bloque transformado B't1 según una operación clásica de cuantificación, tal como por ejemplo una cuantificación escalar. Se obtiene entonces un bloque B'q1 de coeficientes cuantificados. Una etapa de este tipo es realizada por medio de un módulo de software de cuantificación MQ_CO1, tal como se ha representado en la figura 4.

35 En el transcurso de una etapa siguiente C6 representada en la figura 3, se procede a un recorrido, en un orden predefinido, de los coeficientes cuantificados del bloque B'q1. En el ejemplo representado se trata de un recorrido en zigzag clásico. Una etapa de este tipo se realiza mediante un módulo de software de lectura ML_CO1, tal como se ha representado en la figura 4. Al término de la etapa C6, se obtiene una lista monodimensional E1=(ε1, ε2,...,εL) de coeficientes, más conocida bajo la denominación « residuo cuantificado », donde L es un número entero superior o igual a 1. Cada uno de los coeficientes de la lista E1 es asociado con diferentes informaciones digitales que están
40 destinadas para experimentar una codificación entrópica. Tales informaciones digitales se describen a continuación a título de ejemplo.

Suponiendo que en el ejemplo representado, L=16 y que la lista E1 contiene los dieciséis coeficientes siguientes: E1=(0, +9, -7, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1, 0, 0, 0, 0).

En este caso:

45 - en cada coeficiente situado antes del último coeficiente no nulo de la lista E1, una información digital, tal como un bit, está destinada a ser codificada entrópicamente para indicar si el coeficiente es nulo o no: si el coeficiente es nulo, es por ejemplo el bit de valor 0 el que se codificará, mientras que si el coeficiente es no nulo, es el bit de valor 1 el que se codificará;

50 - en cada coeficiente no nulo +9, -7, +1, -1, +2, +1, una información digital, tal como un bit, está destinada a ser codificada entrópicamente para indicar si el valor absoluto del coeficiente es igual a uno o no: si es igual a 1, es por ejemplo el bit de valor 1 el que se codificará, mientras que si es igual a 0, es el bit de valor 0 el que se codificará;

- en cada coeficiente no nulo y cuyo valor absoluto no sea igual a uno y situado antes del último coeficiente no nulo, tales como los coeficientes de valor +9, -7, +2, se codifica entrópicamente una información de amplitud (valor absoluto del coeficiente al cual se resta el valor dos),

- en cada coeficiente no nulo, el signo que le es asignado se codifica mediante una información digital, tal como un bit por ejemplo puesto a '0' (para el signo +) o a '1' (para el signo -).

A continuación se describirán, con referencia a la figura 3, las etapas específicas de codificación según la invención.

5 Conforme a la invención, se ha decidido evitar codificar entrópicamente al menos una de las informaciones digitales anteriormente citadas, la cual es al menos un signo de uno de los indicados coeficientes de la lista E_1 .

A este respecto, en el transcurso de una etapa C7 representada en la figura 3, se procede a la elección del número de signos que haya que ocultar en el transcurso de la etapa ulterior de codificación entrópica. Una etapa de este tipo es realizada por un módulo de software de tratamiento MTR_CO1, tal como se ha representado en la figura 4.

10 En el modo preferido de realización, el número de signos que haya que ocultar es uno o cero. Además, conforme al indicado modo de realización preferido, es el signo del primer coeficiente no nulo el que está destinado a ser ocultado. En el ejemplo representado, se trata por consiguiente de ocultar el signo del coeficiente $\epsilon_2=+9$.

En un modo de realización alternativo, el número de signos que haya que ocultar es bien sea cero, o uno, o dos, o tres, o más.

15 Conforme al modo de realización preferido de la etapa C7, se procede, en el transcurso de una primera subetapa C71 representada en la figura 3, a la determinación, a partir de la indicada lista E_1 , de una sub-lista SE_1 que contiene coeficientes aptos para ser modificados $\epsilon'_1, \epsilon'_2, \dots, \epsilon'_M$ donde $M < L$. Tales coeficientes se llamarán coeficientes modificables en lo que sigue de la descripción.

20 Según la invención, un coeficiente es modificable si la modificación de su valor cuantificado no provoca desincronización en el decodificador, una vez que este coeficiente modificado es tratado por el decodificador. Así, el módulo de tratamiento MTR_CO1 está configurado inicialmente para no modificar:

- el o los coeficientes nulos situados antes del primer coeficiente no nulo, de forma que el decodificador no asigne el valor del signo ocultado a este o estos coeficientes nulos,

- y por motivos de complejidad de cálculo, el o los coeficientes nulos situados después del último coeficiente no nulo.

25 En el ejemplo representado, al término de la subetapa C71, la sub-lista SE_1 obtenida es tal como $SE_1 = (9, -7, 0, 0, 1, 0, -1, 2, 0, 0, 1)$. Consecuentemente, se obtienen once coeficientes modificables.

En el transcurso de una subetapa siguiente C72 representada en la figura 3, el módulo de tratamiento MTR_CO1 procede a la comparación del número de coeficientes modificables con un umbral predeterminado TSIG. En el modo preferido de realización, TSIG vale a 4.

30 Si el número de coeficientes modificables es inferior al umbral TSIG, se procede, en el transcurso de una etapa C20 representada en la figura 3, a una codificación entrópica clásica de los coeficientes de la lista E_1 , tal como la realizada por ejemplo en un codificador CABAC, designado por la referencia CE_CO1 en la figura 4. A este respecto, el signo de cada coeficiente no nulo de la lista E_1 se codifica entrópicamente.

35 Si el número de coeficientes modificables es superior al umbral TSIG, en el transcurso de una etapa C8 representada en la figura 3, el módulo de tratamiento MTR_CO1 calcula el valor de una función f que es representativa de los coeficientes de la sub-lista SE_1 .

En el modo preferido de realización donde un solo signo está destinado para ser ocultado en la señal que haya que transmitir al decodificador, la función f es la paridad de la suma de los coeficientes de la sub-lista SE_1 .

40 En el transcurso de una etapa C9 representada en la figura 3, el módulo de tratamiento MTR_CO1 comprueba si la paridad del valor del signo que haya que ocultar corresponde a la paridad de la suma de los coeficientes de la sub-lista SE_1 , en virtud de un convenio definido previamente en el codificador CO1.

En el ejemplo propuesto, el indicado convenio es tal que un signo positivo está asociado con un bit de valor igual a cero, mientras que un signo negativo está asociado con un bit de valor igual a uno.

45 Si, por el convenio adoptado en el codificador CO1 según la invención, el signo es positivo, lo cual corresponde a un valor de bit de codificación a cero, y si la suma de los coeficientes de la sub-lista SE_1 es par, se procede a la etapa C20 de codificación entrópica de los coeficientes de la lista E_1 anteriormente citada, a excepción del signo del coeficiente ϵ_2 .

Si, siempre por el convenio adoptado en el codificador CO1 según la invención, el signo es negativo, lo cual corresponde a un valor de bit de codificación a uno, y si la suma de los coeficientes de la sub-lista SE₁ es impar, se procede igualmente a la etapa C20 de codificación entrópica de los coeficientes de la lista E₁ anteriormente citada, a excepción del signo del coeficiente ε₂.

5 Si, por el convenio adoptado en el codificador CO1 según la invención, el signo es positivo, lo cual corresponde a un valor de bit de codificación a cero, y si la suma de los coeficientes de la sub-lista SE₁ es impar, se procede, en el transcurso de una etapa C10 representada en la figura 3, a una modificación de al menos un coeficiente modificable de la sub-lista SE₁.

10 Si, siempre por el convenio adoptado en el codificador CO1 según la invención, el signo es negativo, lo cual corresponde a un valor de bit de codificación a uno, y si la suma de los coeficientes de la sub-lista SE₁, es par, se procede igualmente a la etapa C10 de modificación de al menos un coeficiente modificable de la sub-lista SE₁.

Una operación de modificación de este tipo se realiza por el módulo de tratamiento MTR_CO1 de la figura 4.

15 En el ejemplo de realización donde SE₁=(+9,-7,0,0,+1,0,-1,+2,0,0,+1), la suma total de los coeficientes es igual a 5, y es por consiguiente impar. Con el fin de que el descodificador pueda reconstruir el signo positivo asignado al primer coeficiente no nulo, ε₂=+9 sin que el codificador CO1 tenga que transmitir este coeficiente al descodificador, es preciso que la paridad de la suma se vuelva par. En consecuencia, el módulo de tratamiento MTR_CO1 prueba, en el transcurso de la indicada etapa C10, diferentes modificaciones de coeficientes de la sub-lista SE₁, tratando todas de cambiar la paridad de la suma de los coeficientes. En el modo preferido de realización, se procede a la adición de +1 o -1 a cada coeficiente modificable y a la selección de una modificación entre todas las que son efectuadas.

20 En el modo preferido de realización, una selección de este tipo constituye la predicción óptima según un criterio de rendimiento que es por ejemplo el criterio de flujo distorsión bien conocido por el experto en la materia. Un criterio de este tipo se expresa por la ecuación (1) dada a continuación:

$$(1) J=D+\lambda R \text{ donde}$$

25 D representa la distorsión entre el macrobloque original y el macrobloque reconstruido, R representa el coste en bits de la codificación de las informaciones de codificación y λ representa un multiplicador de Lagrange, cuyo valor puede ser fijado previamente a la codificación.

En el ejemplo propuesto, la modificación que produce una predicción óptima según el criterio flujo-distorsión anteriormente citado es el aporte del valor 1 al segundo coeficiente -7 de la sub-lista SE₁.

Se obtiene entonces, al término de la etapa C10, una sub-lista modificada SEM₁=(+9,+6,0,0,+1,0,-1,+2,0,0,+1).

30 Conviene señalar que en el transcurso de esta etapa, algunas modificaciones están prohibidas. Así, en el caso en que el primer coeficiente no nulo ε₂ hubiera valido +1, no habría sido posible añadirle -1, pues se haría nulo, y habría entonces perdido su característica de primer coeficiente no nulo de la lista E₁. El descodificador habría entonces atribuido ulteriormente el signo descodificado (por cálculo de la paridad de la suma de los coeficientes) a otro coeficiente, y se hubiera tenido entonces un error de descodificación.

35 En el transcurso de una etapa C11 representada en la figura 3, el módulo de tratamiento MTR_CO1 procede a una modificación correspondiente de la lista E₁. Se obtiene entonces la lista modificada siguiente Em₁=(0,+9,-6,0,0,+1,0,-1,+2,0,0,+1,0,0,0,0).

40 Seguidamente se procede a la etapa C20 de codificación entrópica de los coeficientes de la lista Em₁ anteriormente citada, a excepción del signo del coeficiente ε₂, que es el signo + del coeficiente 9 en el ejemplo propuesto, cuyo signo es ocultado en la paridad de la suma de los coeficientes.

Conviene señalar que el conjunto de las amplitudes de los coeficientes de la lista E₁ o de la lista modificada Em₁ es codificado antes del conjunto de signos, con exclusión del signo del primer coeficiente no nulo ε₂ que no es codificado, como se ha explicado más arriba.

45 En el transcurso de una etapa siguiente C30 representada en la figura 3, el módulo de codificación MC_CO1 de la figura 4 comprueba si el bloque corriente codificado es el último bloque de la imagen IE.

Si el bloque corriente es el último bloque de la imagen IE, en el transcurso de una etapa C40 representada en la figura 3, se pone fin al procedimiento de codificación.

Si no fuese el caso, se procede a la selección del bloque siguiente B'_i que es entonces codificado conforme al orden de recorrido raster scan anteriormente citado, por iteración de las etapas C1 a C20, para 1<sub>i<=Z.

Una vez realizada la codificación entrópica de todos los bloques B'_1 a B'_z , se procede a la construcción de una señal F' que representa, en forma binaria, los indicados bloques codificados.

La construcción de la señal binaria F' se utiliza en un módulo de software CF1 de construcción de flujo, tal como se ha representado en la figura 4.

- 5 El flujo F' es seguidamente transmitido por una red de comunicación (no representada), a un terminal distante. Este comprende un descodificador que se describirá con más detalle en lo que sigue de la descripción.

Se describirá ahora, principalmente con referencia a la figura 3, otro modo de realización de la invención.

Este otro modo de realización se distingue del precedente únicamente por el número de coeficientes que haya que ocultar que es bien sea 0, o N, siendo N un número entero tal que $N \geq 2$.

- 10 A este respecto, la subetapa de comparación C72 anteriormente citada es sustituida por la sub-etapa C72a representada con líneas de trazo interrumpido en la figura 3, en el transcurso de la cual se procede a la comparación del número de coeficientes modificables con varios umbrales predeterminados $0 < \text{TSIG}_1 < \text{TSIG}_2 < \text{TSIG}_3 \dots$, de tal forma que si el número de coeficientes modificables está comprendido entre TSIG_N y TSIG_{N+1} , N signos están destinados a ser ocultados.

- 15 Si el número de coeficientes modificables es inferior al primer umbral TSIG_1 , se procede, en el transcurso de la etapa C20 anteriormente citada, a la codificación entrópica clásica de los coeficientes de la lista E_1 . A este respecto, se codifica entrópicamente el signo de cada coeficiente no nulo de la lista E_1 .

- 20 Si el número de coeficientes modificables está comprendido entre el umbral TSIG_N y TSIG_{N+1} , en el transcurso de una etapa C8 representada en la figura 3, el módulo de tratamiento MTR_CO1 calcula el valor de una función f que es representativa de los coeficientes de la sub-lista SE_1 .

En este otro modo de realización, siendo la decisión en el codificador ocultar N signos, la función f es el resto en módulo 2^N de la suma de los coeficientes de la sub-lista SE_1 . Se supone que en el ejemplo propuesto, $N=2$, siendo los dos signos que haya que ocultar los dos primeros signos de los dos primeros coeficientes no nulos respectivamente, a saber ϵ_2 y ϵ_3 .

- 25 En el transcurso de la etapa siguiente C9 representada en la figura 3, el módulo de tratamiento MTR_CO1 comprueba si la configuración de los N signos, o sea 2^N configuraciones posibles, corresponde al valor del resto en módulo 2^N de la suma de los coeficientes de la sub-lista SE_1 .

En el ejemplo propuesto donde $N=2$, existen $2^2=4$ configuraciones de signos diferentes.

- 30 Estas cuatro configuraciones obedecen a un convenio en el codificador CO1, el cual es por ejemplo determinado del modo siguiente:

- un resto igual a cero corresponde a dos signos positivos consecutivos: +, +;
- un resto igual a uno corresponde a un signo positivo y un signo negativo consecutivos: +, -;
- un resto igual a dos corresponde a un signo negativo y un signo positivo consecutivos: -, +;
- un resto igual a tres corresponde a dos signos negativos consecutivos: -, -.

- 35 Si la configuración de los N signos corresponde al valor del resto en módulo 2^N de la suma de los coeficientes de la sub-lista SE_1 , se procede a la etapa C20 de codificación entrópica de los coeficientes de la lista E_1 anteriormente citada, a excepción del signo del coeficiente ϵ_2 y del coeficiente ϵ_3 , cuyos signos son ocultados en la paridad de la suma en módulo 2^N de los coeficientes.

- 40 Si tal no fuera el caso, se procede a la etapa C10 de modificación de al menos un coeficiente modificable de la sub-lista SE_1 . Una modificación de este tipo es realizada por el módulo de tratamiento MTR_CO1 de la figura 4, de tal forma que el resto en módulo 2^N de la suma de los coeficientes modificables de la sub-lista SE_1 alcance el valor de cada uno de los dos signos que haya que ocultar.

En el transcurso de la etapa C11 anteriormente citada, el módulo de tratamiento MTR_CO1 procede a una modificación correspondiente de la lista E_1 . Se obtiene entonces una lista modificada Em_1

- 45 Seguidamente se procede a la etapa C20 de codificación entrópica de los coeficientes de la lista Em_1 anteriormente citada, a excepción del signo del coeficiente ϵ_2 y del signo del coeficiente ϵ_3 , cuyos signos son ocultados en la paridad de la suma en módulo 2^N de los coeficientes.

Descripción detallada de la parte de descodificación

Se describirá ahora un modo de realización general del procedimiento de descodificación según la invención, en el cual el procedimiento de descodificación es implementado en forma de software o de hardware por modificaciones de un decodificador inicialmente conforme a la norma H.264/MPEG-4 AVC.

- 5 El procedimiento de descodificación según la invención está representado en forma de un algoritmo que comprende las etapas SD1 a SD7 representadas en la figura 5.

Según el modo de realización general de la invención, el procedimiento de descodificación según la invención es implementado en un dispositivo de descodificación o decodificador DO, tal como se ha representado en la figura 6, que está adaptado para recibir el flujo F proporcionado por el codificador CO de la figura 2.

- 10 En el transcurso de una etapa preliminar no representada en la figura 5, se procede a la identificación, en la señal de datos F recibida, de las particiones B_1 a B_z que han sido codificadas anteriormente por el codificador CO. En el modo preferido de realización, las indicadas particiones son bloques que tienen una forma cuadrada y tienen, todos, el mismo tamaño. En función del tamaño de la imagen que no es forzosamente un múltiplo del tamaño de los bloques, los últimos bloques de la izquierda y los últimos bloques de la parte inferior pueden no ser cuadrados. En un modo alternativo de realización, los bloques pueden ser por ejemplo de tamaño rectangular y/o no estar alineados los unos con los otros.
- 15

Cada bloque o macrobloque puede por otro lado ser dividido a su vez en sub-bloques que a su vez son subdivisibles.

Una identificación de este tipo es realizada por un módulo de software EX_DO de análisis de flujo, tal como se ha representado en la figura 6.

- 20 En el transcurso de una etapa SD1 representada en la figura 5, el módulo EX_DO de la figura 6 selecciona como bloque corriente B_i , el primer bloque B_1 que haya que descodificar. Una selección de este tipo consiste por ejemplo en colocar un puntero de lectura en la señal F al principio de los datos del primer bloque B_1 .

Seguidamente se procede a la descodificación de cada uno de los bloques codificados seleccionados.

- 25 En el ejemplo representado en la figura 5, se aplica una descodificación de este tipo sucesivamente a cada uno de los bloques codificados B_1 a B_z . Los bloques se descodifican según por ejemplo un recorrido « raster scan » bien conocido por el experto en la materia.

La descodificación según la invención se realiza en un módulo de software de descodificación MD_DO del decodificador DO, tal como se ha representado en la figura 6.

- 30 En el transcurso de una etapa SD2 representada en la figura 5, se procede primeramente a la descodificación entrópica del primer bloque corriente B_1 , que ha sido seleccionado. Una operación de este tipo se realiza mediante un módulo de descodificación entrópica DE_DO representado en la figura 6, por ejemplo de tipo CABAC. En el transcurso de esta etapa, el módulo DE_DO realiza una descodificación entrópica de las informaciones digitales que corresponden a la amplitud de cada uno de los datos codificados de la lista D_1 o de la lista modificada D_{m1} . En esta fase, solo los signos de los datos de la lista D_1 o de la lista modificada D_{m1} no son descodificados.

- 35 En el caso en que el módulo de tratamiento MTR_DO reciba la lista $D_1 = (a_1, a_2, \dots, a_P)$, se procede, en el transcurso de una etapa SD3 representada en la figura 5, a una descodificación entrópica clásica de todos los signos de los datos de la lista D_1 . Una decodificación de este tipo es realizada por el decodificador CABAC, designado por la referencia DE_DO en la figura 6. A este respecto, el signo de cada dato no nulo de la lista D_1 es decodificado entrópicamente.

- 40 En el caso en que el módulo de tratamiento MTR_DO reciba la lista modificada $D_{m1} = (a'_1, a'_2, \dots, a'_P)$, se procede, en el transcurso de la mencionada etapa SD3, a la descodificación entrópica clásica de todos los signos de los datos de la lista D_{m1} , a excepción del signo del primer dato no nulo a_2 .

En el transcurso de una etapa SD4 representada en la figura 5, el módulo de tratamiento MTR_DO calcula el valor de una función f que es representativa de los datos de la lista D_{m1} , con el fin de determinar si el valor calculado es par o impar.

- 45 En el modo preferido de realización donde un solo signo es ocultado en la señal F, la función f es la paridad de la suma de los datos de la lista D_{m1} .

- 50 Conforme al convenio adoptado utilizado en el codificador CO, que es el mismo en el codificador DO, un valor par de la suma de los datos de la lista D_{m1} significa que el signo del primer dato no nulo de la lista modificada D_{m1} es positivo, mientras que un valor impar de la suma de los datos de la lista D_{m1} , significa que el signo del primer dato no nulo de la lista modificada D_{m1} es negativo.

En el ejemplo de realización, la suma total de los datos es par. Consecuentemente, al término de la etapa SD4, el módulo de tratamiento MTR_DO deduce que el signo ocultado del primer dato no nulo a_2 es positivo.

5 En el transcurso de una etapa SD5 representada en la figura 5, se procede a la construcción del bloque descodificado BD_1 . Una operación de este tipo es realizada por un módulo de software de reconstrucción MR_DO representado en la figura 6.

En el transcurso de una etapa SD6 representada en la figura 5, el módulo de decodificación MD_DO comprueba si el bloque corriente descodificado es el último bloque identificado en la señal F.

Si el bloque corriente es el último bloque de la señal F, en el transcurso de una etapa SD7 representada en la figura 5, se pone fin al procedimiento de descodificación.

10 Si tal no es el caso, se procede a la selección del bloque siguiente B_i que haya que descodificar, conforme al orden de recorrido raster scan anteriormente citado, por iteración de las etapas SD1 a SD5, para $1 \leq i \leq Z$.

Ahora se describirá, principalmente con referencia a la figura 5, otro modo de realización de la invención.

Este otro modo de realización se distingue del anterior únicamente por el número de signos ocultados que es ahora igual a N, siendo N un número entero tal que $N \geq 2$.

15 A este respecto, en el transcurso de la etapa SD3 anteriormente citada, se procede a la descodificación entrópica clásica de todos los signos de los datos de la lista Dm_1 , a excepción de los N signos respectivos de los primeros datos no nulos de la indicada lista modificada Dm_1 , siendo ocultados los indicados N signos.

20 En este otro modo de realización, el módulo de tratamiento MTR_DO calcula, en el transcurso de la etapa SD4, el valor de la función f que es el resto en módulo 2^N de la suma de los datos de la lista Dm_1 . Se supone que en el ejemplo propuesto, $N=2$.

El módulo de tratamiento MTR_DO deduce entonces la configuración de los dos signos ocultados que son asignados respectivamente a cada uno de los dos primeros datos no nulos a_2 y a_3 , según el convenio utilizado en la codificación.

Una vez estos dos signos reconstruidos, se procede a la realización de las etapas SD5 a SD7 descritas anteriormente.

25 Se describirá ahora un modo de realización particular del procedimiento de descodificación según la invención, en el cual el procedimiento de descodificación es implementado en forma de software o de hardware por modificaciones de un descodificador inicialmente conforme a la norma H.264/MPEG-4 AVC.

El procedimiento de descodificación según la invención está representado en forma de un algoritmo que comprende las etapas D1 a D12 representadas en la figura 7.

30 Según el modo de realización de la invención, el procedimiento de descodificación según la invención se utiliza en un dispositivo de descodificación o descodificador DO1, tal como se ha representado en la figura 8, el cual es apto para tratar la señal F' proporcionada por el codificador CO1 de la figura 4.

35 En el transcurso de una etapa preliminar no representada en la figura 7, se procede a la identificación, en la señal de datos F' recibida, de las particiones B'_1 a B'_Z que han sido codificadas anteriormente por el codificador CO1. En el modo preferido de realización, las indicadas particiones son bloques que tienen una forma cuadrada y tienen, todos, el mismo tamaño. En función del tamaño de la imagen que no es forzosamente un múltiplo del tamaño de los bloques, los últimos bloques de la izquierda y los últimos bloques de la parte baja pueden no ser cuadrados. En un modo alternativo de realización, los bloques pueden ser por ejemplo de tamaño rectangular y/o no estar alineados los unos con los otros.

Cada bloque o macrobloque puede por otro lado ser a su vez dividido en sub-bloques que a su vez son subdivisibles.

40 Una identificación de este tipo es realizada por un módulo de software EX_DO1 de análisis de flujo, tal como se ha representado en la figura 8.

En el transcurso de una etapa D1 representada en la figura 7, el módulo EX_DO1 de la figura 8 selecciona como bloque corriente B'_i el primer bloque B'_1 que haya que descodificar. Una selección de este tipo consiste por ejemplo en colocar un puntero de lectura en la señal F' al principio de los datos del primer bloque B'_1 .

45 Seguidamente se procede a la decodificación de cada uno de los bloques codificados seleccionados.

En el ejemplo representado en la figura 7, se aplica dicha descodificación sucesivamente a cada uno de los bloques codificados B^1 a B^z . Los bloques se descodifican según por ejemplo un recorrido « raster scan » bien conocido del experto en la materia.

5 La decodificación según la invención se realiza en un módulo de software de decodificación MD_DO1 del descodificador DO1, tal como se ha representado en la figura 8.

10 En el transcurso de una etapa D2 representada en la figura 7, se procede primeramente a la descodificación entrópica del primer bloque corriente B^1 que ha sido seleccionado. Una operación de este tipo es realizada por un módulo de descodificación entrópica DE_DO1 representado en la figura 8, por ejemplo de tipo CABAC. En el transcurso de esta etapa, el módulo DE_DO1 realiza una descodificación entrópica de las informaciones digitales que corresponden a la amplitud de cada uno de los coeficientes codificados de la lista E_1 o de la lista modificada Em_1 . En esta fase, solo los signos de los coeficientes de la lista E_1 o de la lista modificada Em_1 no son descodificados.

15 En el transcurso de una etapa D3 representada en la figura 7, se procede a la determinación del número de signos susceptibles de haber sido ocultados en el transcurso de la etapa precedente de codificación entrópica C20. Una etapa D3 de este tipo es realizada por un módulo de software de tratamiento MTR_DO1, tal como se ha representado en la figura 8. La etapa D3 es similar a la etapa C7 anteriormente citada de determinación del número de signos que haya que ocultar.

En el modo preferido de realización, el número de signos ocultados es uno o cero. Además, conforme al indicado modo de realización preferido, es el signo del primer coeficiente no nulo el que se oculta. En el ejemplo representado, se trata por consiguiente del signo positivo del coeficiente $\epsilon_{2=+9}$.

20 En un modo de realización alternativo, el número de signos ocultados es bien sea cero, o uno, o dos, o tres, o más.

Conforme al modo de realización preferido de la etapa D3, se procede en el transcurso de una primera subetapa D31 representada en la figura 7, a la determinación, a partir de la indicada lista E_1 o de la lista modificada Em_1 , de una sub-lista que contiene los coeficientes $\epsilon^1, \epsilon^2, \dots, \epsilon^M$ donde $M < L$ susceptibles de haber sido modificados en la codificación.

25 Una determinación de este tipo es realizada de la misma manera que en la etapa de codificación C7 anteriormente citada.

Como el módulo de tratamiento MTR_CO1 anteriormente citado, el módulo de tratamiento MTR_DO1 está configurado inicialmente para no modificar:

- el o los coeficientes nulos situados antes del primer coeficiente no nulo,

30 - y por razones de complejidad de cálculo, el o los coeficientes nulos situados después del último coeficiente no nulo.

En el ejemplo representado, al término de la subetapa D31, se trata de la sub-lista SEm_1 , tal como $SEm_1 = (9, -6, 0, 0, 1, 0, -1, 2, 0, 0, 1)$. En consecuencia, se obtienen once coeficientes susceptibles de haber sido modificados.

35 En el transcurso de una subetapa siguiente D32 representada en la figura 7, el módulo de tratamiento MTR_DO1 procede a la comparación del número de coeficientes susceptibles de haber sido modificados con un umbral predeterminado TSIG. En el modo preferido de realización, TSIG equivale a 4.

40 Si el número de coeficientes susceptible de haber sido modificados es inferior al umbral TSIG, se procede, en el transcurso de una etapa D4 representada en la figura 7, a una descodificación entrópica clásica de todos los signos de los coeficientes de la lista E_1 . Una descodificación de este tipo es realizada por el decodificador CABAC, designado por la referencia DE_DO1 en la figura 8. A este respecto, el signo de cada coeficiente no nulo de la lista E_1 se descodifica entrópicamente.

Si el número de coeficientes susceptibles de haber sido modificados es superior al umbral TSIG, se procede, en el transcurso de la mencionada etapa D4, a la descodificación entrópica clásica de todos los signos de los coeficientes de la lista Em_1 , a excepción del signo del primer coeficiente no nulo ϵ_2 .

45 En el transcurso de una etapa D5 representada en la figura 7, el módulo de tratamiento MTR_DO1 calcula el valor de una función f que es representativa de los coeficientes de la sub-lista SEm_1 con el fin de determinar si el valor calculado es par o impar.

En el modo preferido de realización donde un solo signo es ocultado en la señal F' , la función f es la paridad de la suma de los coeficientes de la sub-lista SEm_1 .

Conforme al convenio utilizado en el codificador CO1, que es el mismo en el decodificador DO1, un valor par de la suma de los coeficientes de la sub-lista SEm1 significa que el signo del primer coeficiente no nulo de la lista modificada Em1 es positivo, mientras que un valor impar de la suma de los coeficientes de la sub-lista SEm1 significa que el signo del primer coeficiente no nulo de la lista modificada Em1 es negativo.

- 5 En el ejemplo de realización donde $S_{Em1} = (+9, -6, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1)$, la suma total de los coeficientes es igual a 6, y es por consiguiente par. En consecuencia, al término de la etapa D5, el módulo de tratamiento MTR_DO1 deduce que el signo ocultado del primer coeficiente no nulo ϵ_2 es positivo.

- 10 En el transcurso de una etapa D6 representada en la figura 7, y con la ayuda de todas las informaciones digitales reconstruidas en el transcurso de las etapas D2, D4 y D5, se procede a la reconstrucción de los coeficientes cuantificados del bloque B'q1 en un orden predefinido. En el ejemplo representado, se trata de un recorrido en zigzag inverso al recorrido en zigzag realizado en el transcurso de la etapa de codificación C6 anteriormente citada. Una etapa de este tipo es realizada por un módulo de software de lectura ML_DO1, tal como se ha representado en la figura 8. Más precisamente, el módulo ML_DO1 procede a la inscripción de los coeficientes de la lista E1 (monodimensional) en el bloque B'q1 (bidimensional), utilizando el indicado orden de recorrido en zigzag inverso.

- 15 En el transcurso de una etapa D7 representada en la figura 7, se procede a la descuantificación del bloque residuo cuantificado B'q1, según una operación clásica de descuantificación que es la operación inversa de la cuantificación realizada en la codificación en la etapa C5 anteriormente citada, para producir un bloque descuantificado descodificado BD'q1. Una etapa de este tipo es realizada por medio de un módulo de software de descuantificación MDQ_DO1, tal como se ha representado en la figura 8.

- 20 En el transcurso de una etapa D8 representada en la figura 7, se procede a la transformación inversa del bloque descuantificado BD'q1 que es la operación inversa de la transformación directa realizada en la codificación en la etapa C4 anteriormente citada. Se obtiene entonces un bloque residuo decodificado BD'r1. Una operación de este tipo es realizada por un módulo de software MTI_DO1 de transformada inversa, tal como se ha representado en la figura 8.

- 25 En el transcurso de una etapa D9 representada en la figura 7, se procede a la descodificación predictiva del bloque corriente B'i. Una descodificación predictiva de este tipo es realizada clásicamente mediante técnicas conocidas de predicción intra y/o inter, en el transcurso de la cual el bloque B'i es predicho con relación a al menos un bloque anteriormente decodificado. Una operación de este tipo es realizada mediante un módulo de descodificación predictivo PRED_DO1 tal como se ha representado en la figura 8.

Se entiende que otros modos de predicción intra tales como los propuestos en la norma H.264 son posibles.

- 30 En el transcurso de esta etapa, la descodificación predictiva es realizada con la ayuda de los elementos de sintaxis descodificados en la etapa precedente y que comprenden particularmente el tipo de predicción (inter o intra) y, llegado el caso, el modo de predicción intra, el tipo de partición de un bloque o macrobloque si este último ha sido subdividido, el índice de imagen de referencia y el vector de desplazamiento utilizados en el modo de predicción inter.

La indicada etapa de descodificación predictiva anteriormente citada permite construir un bloque predicho B'p1.

- 35 En el transcurso de una etapa D10 representada en la figura 7, se procede a la construcción del bloque descodificado BD'i añadiendo al bloque de predicción B'p1 el bloque residuo decodificado BD'r1. Una operación de este tipo es realizada por un módulo de software de reconstrucción MR_DO1 representado en la figura 8.

En el transcurso de una etapa D11 representada en la figura 7, el módulo de descodificación MD_DO1 comprueba si el bloque corriente decodificado es el último bloque identificado en la señal F'.

- 40 Si el bloque corriente es el último bloque de la señal F', en el transcurso de una etapa D12 representada en la figura 7, se pone fin al procedimiento de descodificación.

Si tal no fuese el caso, se procede a la selección del bloque siguiente B'i que haya que descodificar conforme al orden de recorrido raster scan anteriormente citado, por iteración de las etapas D1 a D10, para $1 \leq i \leq Z$.

Se describirá ahora, principalmente en referencia a la figura 7, otro modo de realización de la invención.

- 45 Este otro modo de realización se distingue del anterior únicamente por el número de coeficientes ocultados que es bien sea 0, o bien N, siendo N un número entero tal que $N \geq 2$.

- 50 A este respecto, la subetapa de comparación D32 anteriormente citada es sustituida por la subetapa D32a representada con líneas de trazo interrumpido en la figura 7, en el transcurso de la cual se procede a la comparación del número de coeficientes susceptibles de haber sido modificados con varios umbrales predeterminados $0 < TSIG_1 < TSIG_2 < TSIG_3 \dots$, de tal forma que si el número de los indicados coeficientes está comprendido entre $TSIG_N$ y $TSIG_N+1$, N signos han sido ocultados.

Si el número de los indicados coeficientes es inferior al primer umbral $TSIG_1$, se procede, en el transcurso de la etapa D4 anteriormente citada, a la descodificación entrópica clásica de todos los signos de los coeficientes de la lista E_1 . A este respecto, se descodifica entrópicamente el signo de cada coeficiente no nulo de la lista E_1 .

5 Si el número de los indicados coeficientes está comprendido entre el umbral $TSIG_N$ y $TSIG_N+1$, se procede, en el transcurso de la etapa D4 anteriormente citada, a la descodificación entrópica clásica de todos los signos de los coeficientes de la lista E_1 , a excepción de los N signos respectivos de los primeros coeficientes no nulos de la indicada lista modificada Em_1 , siendo ocultados los indicados N signos.

10 En este otro modo de realización, el módulo de tratamiento MTR_DO1 calcula, en el transcurso de la etapa D5, el valor de la función f que es el resto en módulo 2^N de la suma de los coeficientes de la sub-lista SEm_1 . Se supone que en el ejemplo propuesto, $N=2$.

El módulo de tratamiento MTR_DO1 deduce entonces la configuración de los dos signos ocultados que son asignados respectivamente a cada uno de los dos primeros coeficientes no nulos ϵ_2 y ϵ_3 , según el convenio utilizado en la codificación.

Una vez reconstruidos estos dos signos, se procede a la realización de las etapas D6 a D12 descritas más arriba.

15 Se entiende que los modos de realización que han sido descritos anteriormente han sido dados a título puramente indicativo.

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

20 Así por ejemplo, según un modo de realización simplificado con relación al representado en la figura 4, el codificador $CO1$ podría estar configurado para ocultar al menos N' signos predeterminados, con $N' \geq 1$, en lugar de ser cero, o uno o N signos predeterminados. En este caso, la etapa de comparación $C72$ o $C72a$ se suprimiría. De forma correspondiente, según un modo de realización simplificado con relación al representado en la figura 8, el descodificador $DO1$ se configuraría para reconstruir N' signos predeterminados en lugar de ser cero, o uno o N signos predeterminados. En este caso, la etapa de comparación $D32$ o $D32a$ se suprimiría. Además, el criterio de decisión aplicado en la etapa de codificación $C72$ y en la etapa de descodificación $D32$ podría ser sustituido por otro tipo de

25 criterio. A este respecto, en lugar de comparar con un umbral el número de coeficientes modificables o el número de coeficientes susceptible de haber sido modificados, el módulo de tratamiento MTR_CO1 o MTR_DO1 podría aplicar un criterio de decisión que fuese respectivamente función de la suma de las amplitudes de los coeficientes modificables o susceptibles de haber sido modificados, o también del número de ceros presentes entre los coeficientes modificables o susceptibles de haber sido modificados.

30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de descodificación de una señal de datos representativa de al menos una imagen dividida en particiones que ha sido anteriormente codificada, comprendiendo las particiones una partición corriente (Bi) que haya que descodificar que contiene datos de los cuales al menos un dato está afectado de un signo, siendo los datos los coeficientes de transformación directa, comprendiendo el procedimiento de descodificación:
- descodificación entrópica (D2) de la primera partición corriente (Bi),
 - determinación (D3), sobre la base de los datos descodificados no nulos de la partición corriente, si el signo de al menos un dato está ocultado,
 - cálculo (D5) del valor de paridad de una suma de datos descodificados de la partición corriente (Bi),
- 10 - obtención, a partir del citado valor de paridad, del valor del citado signo, si la paridad de la suma de los datos tiene un primer valor el signo es positivo y si la paridad de la suma de los datos tiene un segundo valor el signo es negativo
- reconstrucción (D6), sobre la base de esto, de los coeficientes cuantificados de la partición corriente (Bi) en un orden predefinido, y
- 15 - descuantificación (D7) de los coeficientes cuantificados de la partición corriente (Bi) de manera que se produzca un bloque descuantificado y descodificado.
2. El procedimiento de descodificación según la reivindicación 1, en el cual la obtención del valor del citado signo ocultado del primer coeficiente no nulo (e2) es deducido por un módulo de tratamiento (MTR_D01).
- 20 3. El procedimiento de descodificación según la reivindicación 2, en el cual el módulo de tratamiento (MTR_D01) calcula el valor de una función f que es representativa de los coeficientes de una sublista de datos descodificados de la partición corriente de modo que se determine si el valor calculado es par o impar.
- 25 4. El procedimiento de descodificación según la reivindicación 1, en el transcurso del cual a partir del citado valor calculado se obtiene una pluralidad de valores asociados respectivamente a una pluralidad (N) de signos.
5. El procedimiento de descodificación según la reivindicación 1, en el cual el orden predefinido es un recorrido en zigzag.
- 30

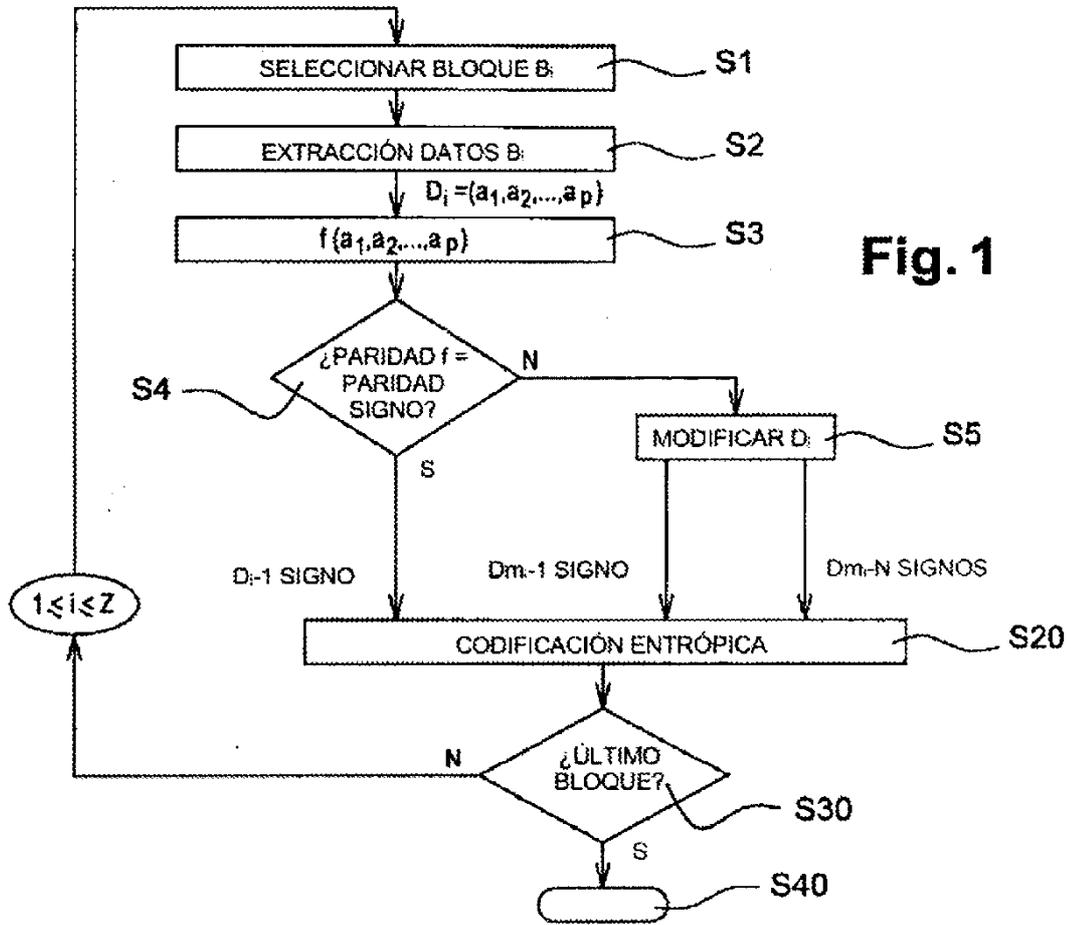


Fig. 1

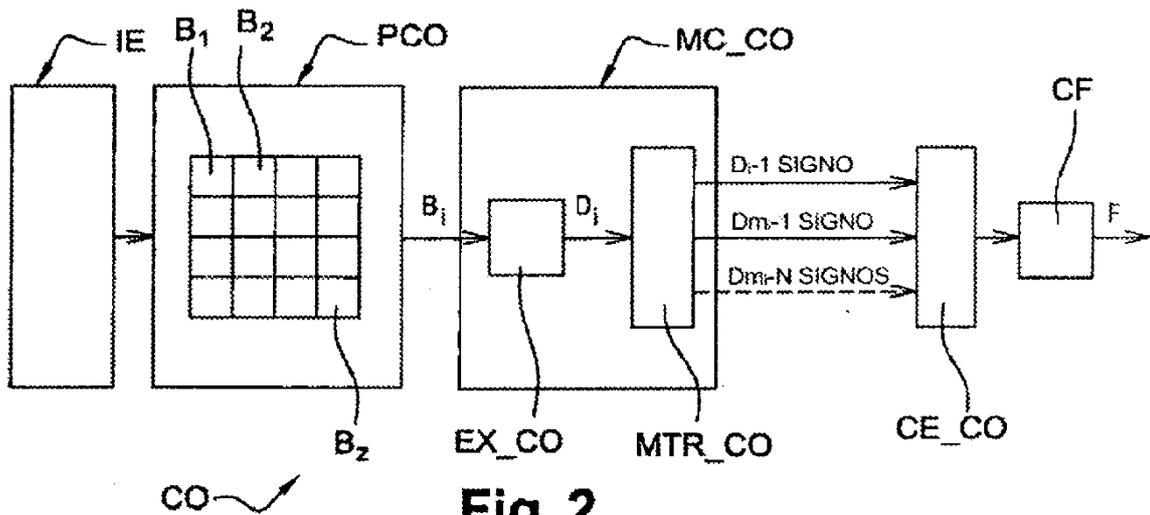


Fig. 2

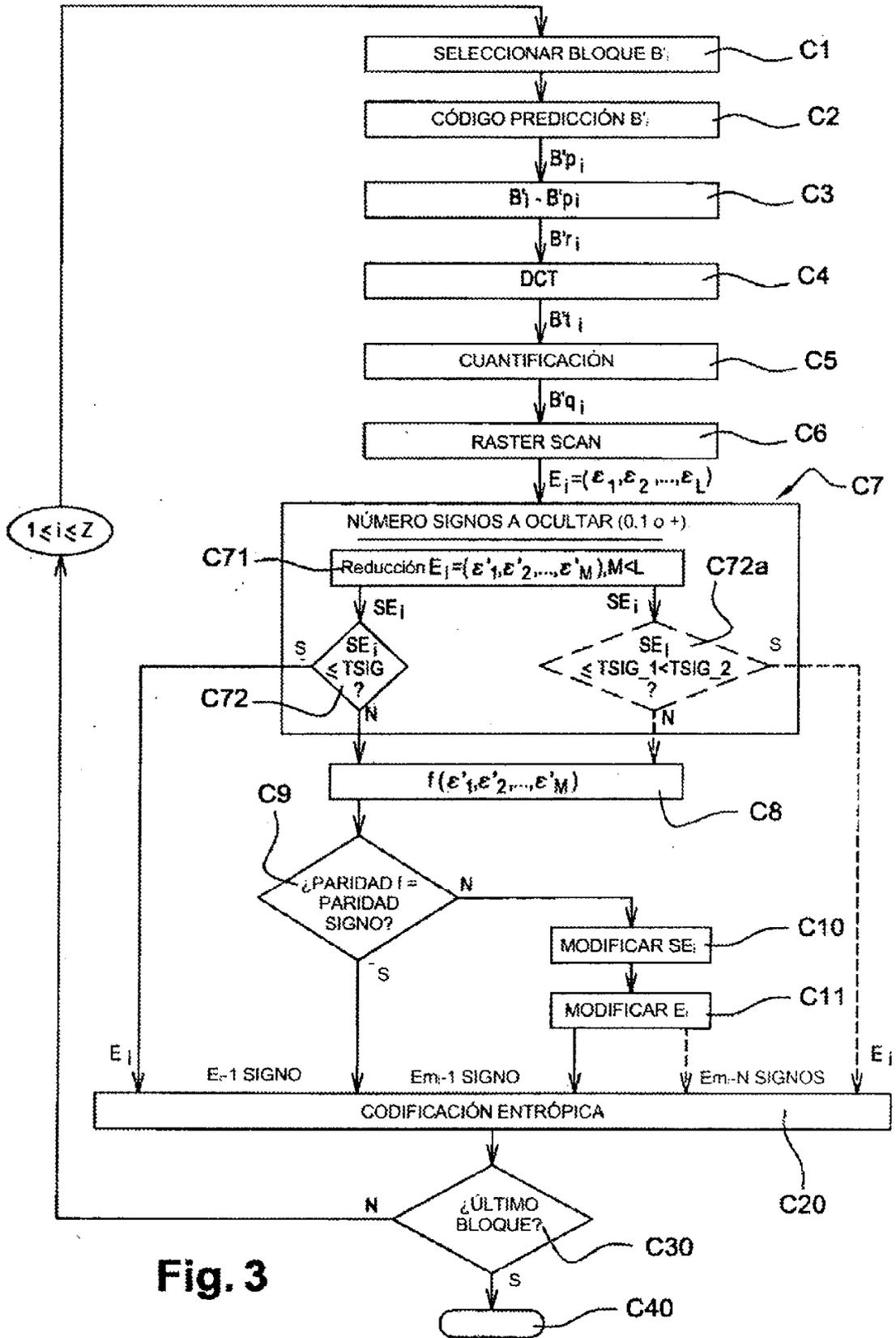


Fig. 3

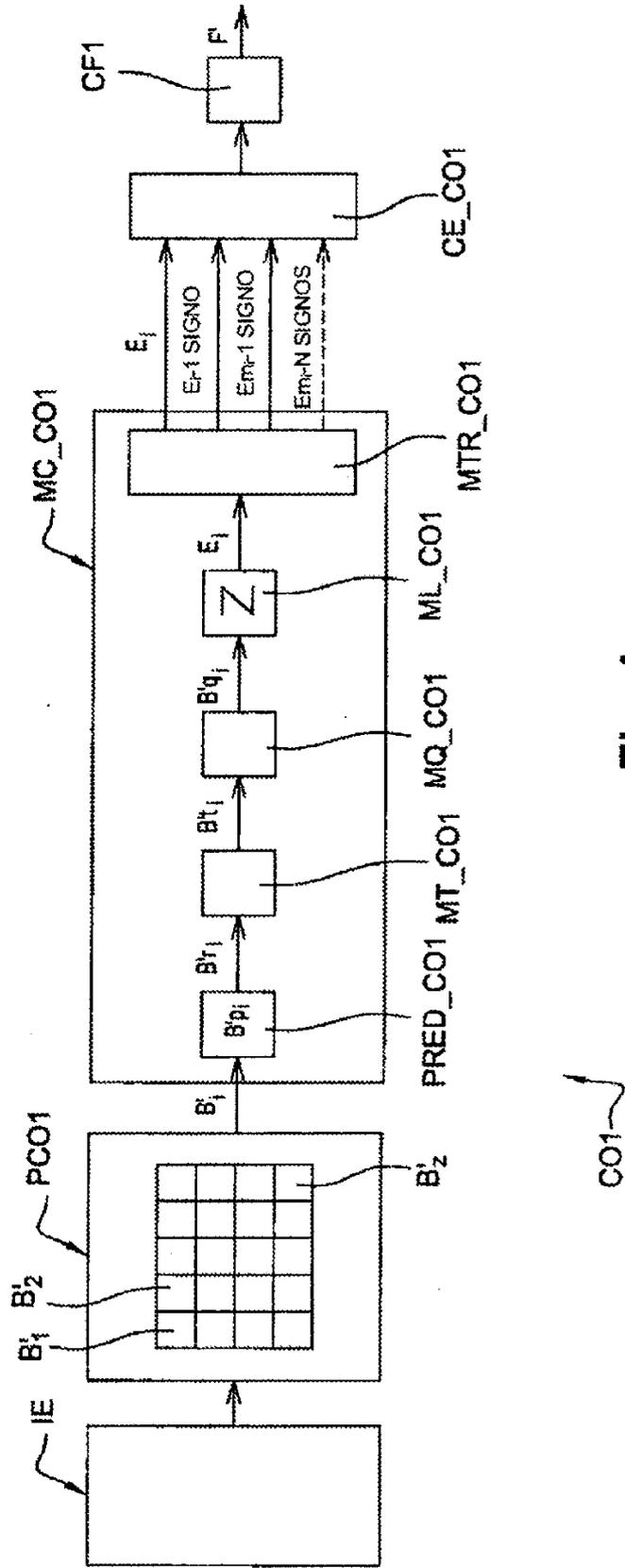


Fig. 4

CO1

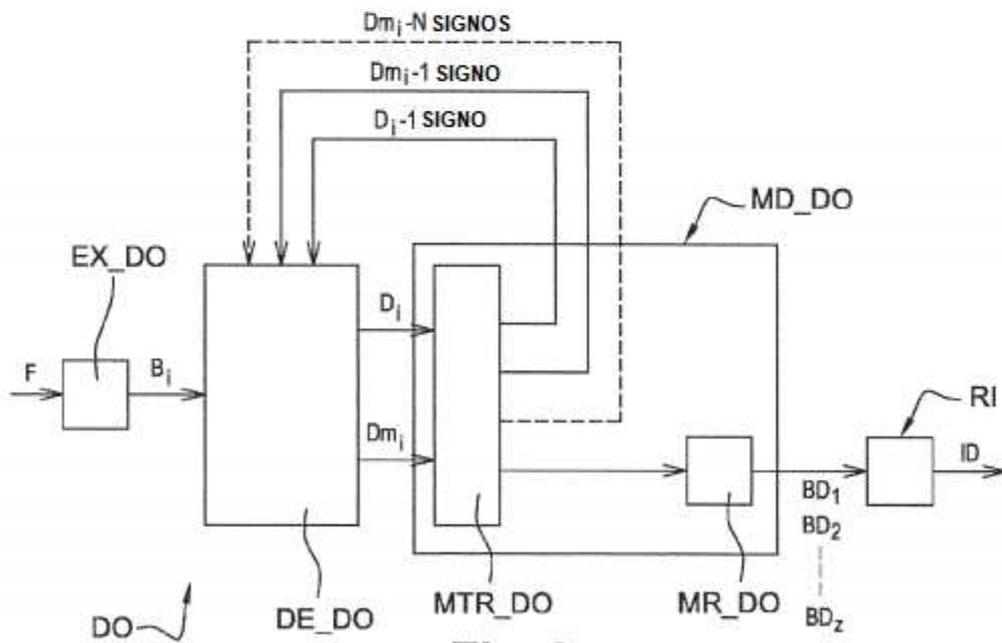
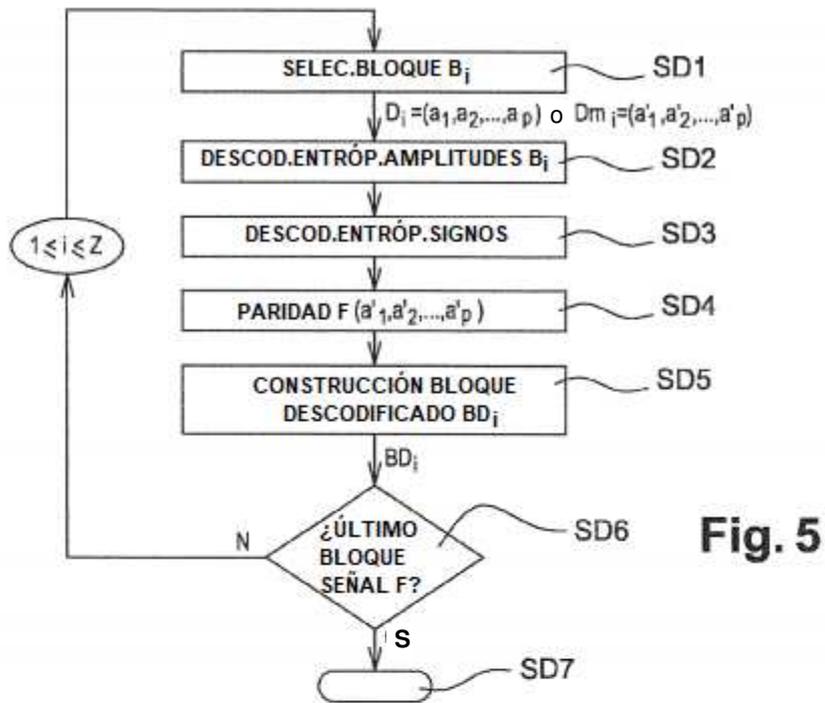


Fig. 6

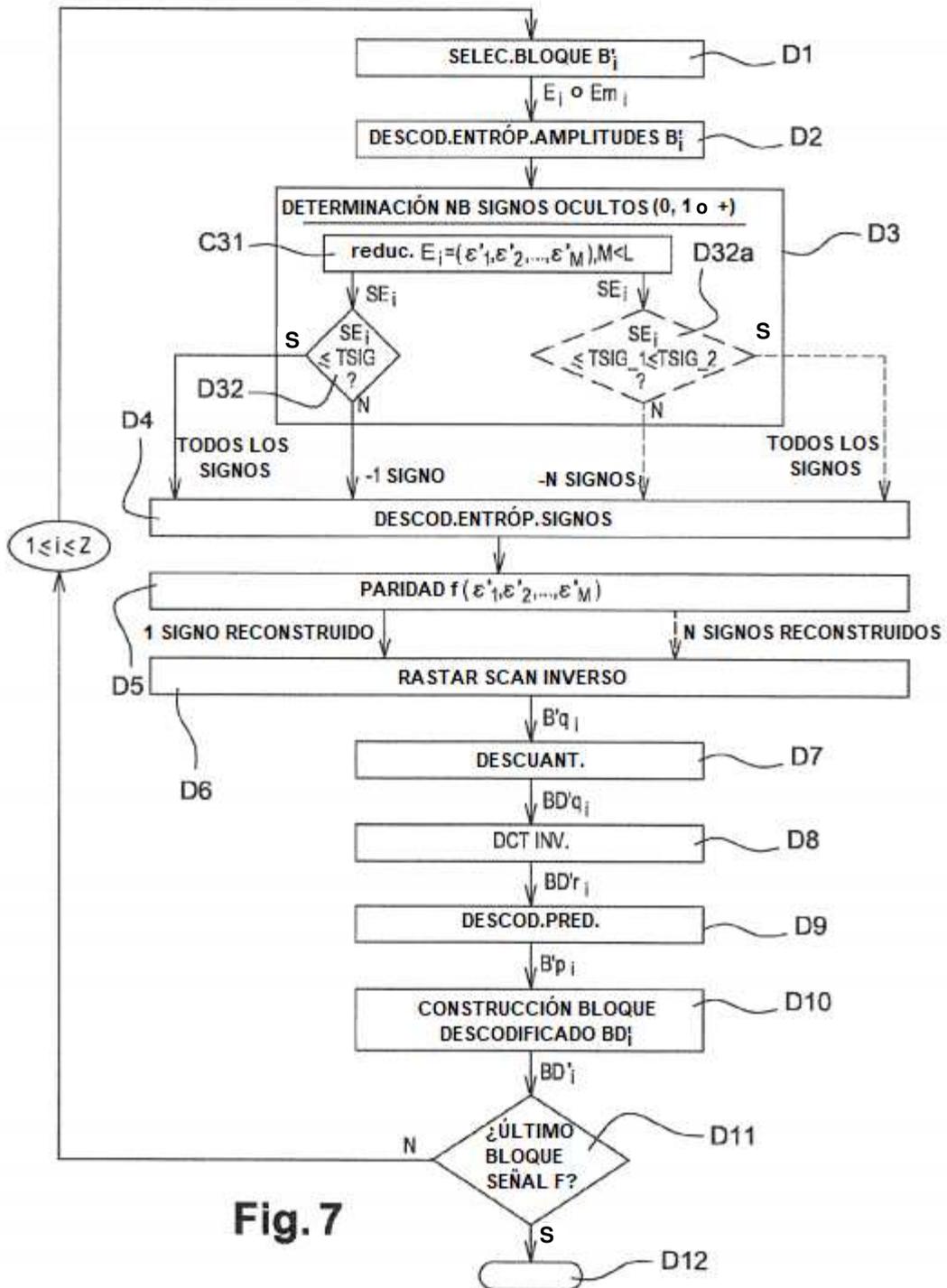


Fig. 7

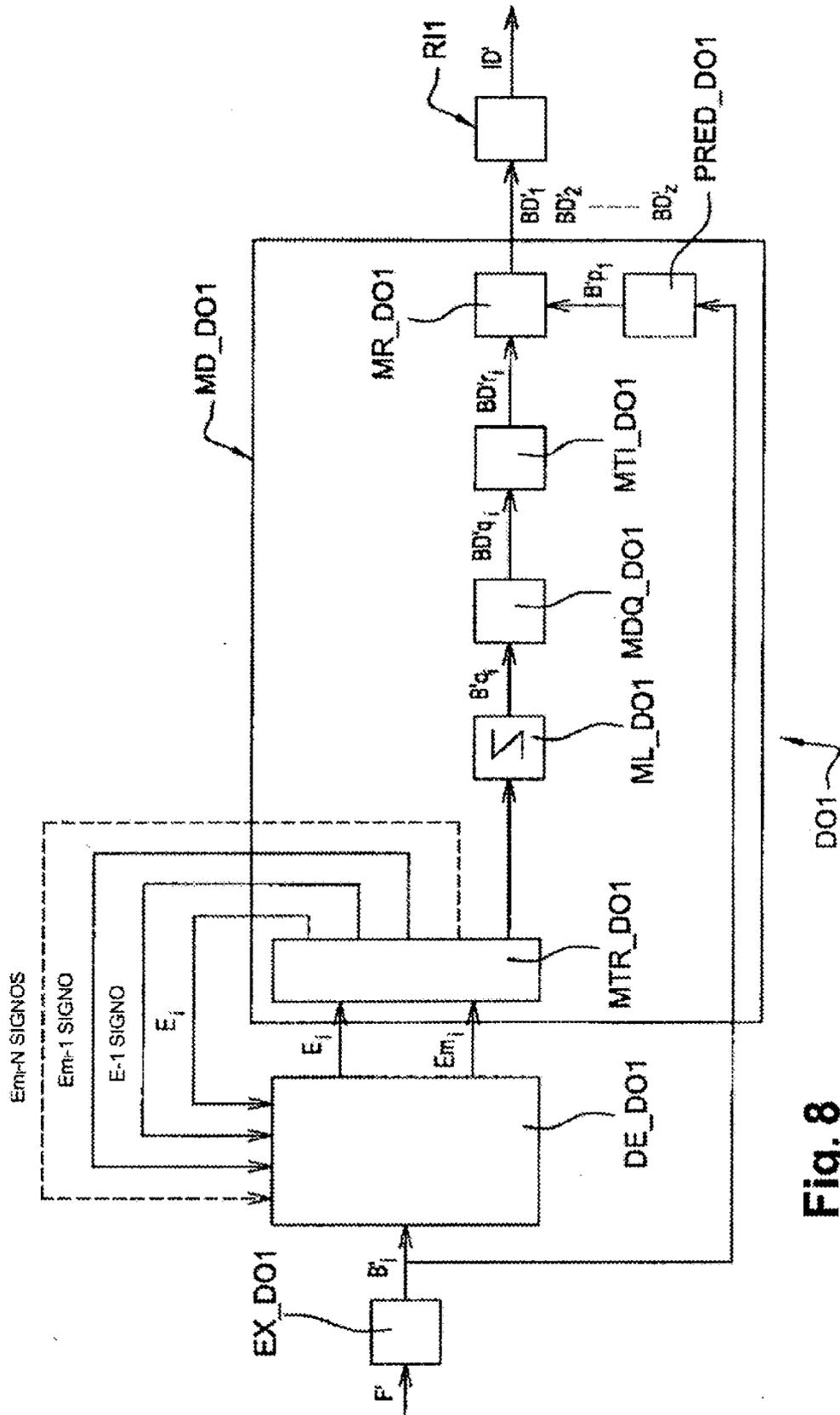


Fig. 8