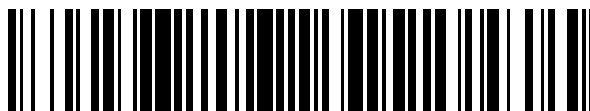


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 540**

51 Int. Cl.:

H04N 19/463 (2014.01)
H04N 19/467 (2014.01)
H04N 19/48 (2014.01)
H04N 19/91 (2014.01)
H04N 19/13 (2014.01)
H04N 19/18 (2014.01)
H04N 19/117 (2014.01)
H04N 19/176 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2012 E 17154805 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 3182707**

54 Título: **Método y soporte de registro que almacena un flujo de datos de imágenes codificadas**

30 Prioridad:

07.11.2011 FR 1160109

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

27.11.2018

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
CLARE, GORDON**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 691 540 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

Método y soporte de registro que almacena un flujo de datos de imágenes codificadas

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere de manera general al campo del procesamiento de imágenes y más concretamente, a la codificación y a la decodificación de imágenes digitales y de secuencias de imágenes digitales.

La invención puede así, en particular, aplicarse a la codificación de vídeo puesta en práctica en los codificadores de vídeo 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 vídeo. Las imágenes son divididas en macrobloques, siendo el propio macrobloque dividido en bloques y cada bloque, o macrobloque, se codifica por predicción intra-imágenes o inter-imágenes. De este modo, algunas imágenes son codificadas por predicción espacial (predicción *intra*) mientras que otras imágenes se codifican por predicción temporal (predicción *inter*) con respecto a una o varias imágenes de referencia codificadas-decodificadas con la ayuda de una compensación en movimiento conocida por los expertos en esta técnica.

15 Por cada bloque se codifica un bloque residual, también denominado residuo de predicción, correspondiente al bloque original disminuido en una predicción. Los bloques residuales son transformados por una transformada de tipo Transformada Discreta de Coseno (DCT) y luego se cuantifican con la ayuda de una cuantificación, por ejemplo, de tipo escalar. Coeficientes de los que algunos son positivos y otros negativos se obtienen como resultado de la etapa de cuantificación. A continuación, son recorridos en un orden de lectura generalmente en zigzag (como en la norma JPEG), lo que permite utilizar el número importante de coeficientes nulos en las altas frecuencias. Como resultado del recorrido antes citado, se obtiene una lista monodimensional de coeficientes, que se denominará "residuo cuantificado". Los coeficientes de esta lista son entonces codificados mediante una codificación entrópica.

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

- 25 - una información es codificada de forma entrópica para indicar el emplazamiento del último coeficiente no nulo de la lista,
- por cada coeficiente situado antes del último coeficiente no nulo, una información es codificada de forma entrópica para indicar si el coeficiente es nulo o no,
- 30 - por cada coeficiente no nulo indicado precedentemente, una información es codificada de forma entrópica para indicar si el coeficiente es igual a uno o no,
- por cada coeficiente no nulo y no igual a uno situado antes del último coeficiente no nulo, una información de amplitud (valor absoluto del coeficiente disminuido en dos) es codificada de forma entrópica,
- por 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 decodificador. Tal señal comprende:

- los residuos cuantificados contenidos en la lista antes 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 decodificador (en inglés "skip"));
 - informaciones que precisan el tipo de predicción (orientación, imagen de referencia,...);
 - el tipo de división;
 - el tipo de transformada, por ejemplo, DCT 4x4, DCT 8x8, etc.;
 - las informaciones de movimiento si fuera necesario;
 - 45 • etc.

La decodificación se realiza imagen por imagen y, para cada imagen, macrobloque por macrobloque. Para cada partición de un macrobloque, los elementos correspondientes del flujo son objeto de lectura. La cuantificación

inversa y la transformación inversa de los coeficientes de los bloques se efectúan para generar el residuo de predicción decodificado. A continuación, la predicción de la partición se calcula y la partición se reconstruye añadiendo la predicción al residuo de predicción decodificado.

5 La codificación *intra* o inter por competición, tal como se pone en práctica 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 objeto de seleccionar el mejor modo, es decir, el que optimizará la codificación de la partición considerada según un criterio de rendimiento predeterminado, por ejemplo, el coste tasa/distorsión bien conocido del experto en esta técnica.

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

En el documento "Data Hiding of Motion Information in Chroma and Luma Samples for Video Compression", J.-M. Thiesse, J. Jung y M. Antonini, International Workshop on Multimedia Signal Processing, 2011, se presenta un procedimiento de disimulación de datos (traducción inglesa de "Data Hiding") puesto en práctica en el curso de una compresión de vídeo.

15 Más concretamente, se propone evitar incluir en la señal a transmitir al decodificador al menos un índice de competición tal como resulta de una pluralidad de índices de competición a transmitir. Tal índice es, por ejemplo, el índice MVComp que representa una información que permite identificar el predictor de vector de movimiento utilizado para un bloque predicho en el modo inter. Tal índice que puede valer 0 ó 1 no está inscrito directamente en la señal de datos codificados, sino que se transporta mediante la paridad de la suma de los coeficientes del residuo cuantificado. Se crea una asociación entre la paridad del residuo cuantificado y el índice MVComp. A modo de ejemplo, el valor par del residuo cuantificado es asociado al índice MVComp de valor 0, mientras que el valor impar del residuo cuantificado es asociado al 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 quiere transmitir, el residuo cuantificado se codifica de forma clásica. En un segundo caso, si la paridad del residuo cuantificado es diferente de la del índice MVComp que se quiere transmitir, se procede a una modificación del residuo cuantificado de tal manera que su paridad sea la misma que la del índice MVComp. Tal modificación consiste en incrementar o decrementar uno o varios coeficientes del residuo cuantificado en un valor impar (por ejemplo: +1, -1, +3, -3, +5, -+5...) y no conservar más que la modificación que optimiza un criterio predeterminado, en este caso el coste tasa-distorsión antes citado.

30 En el decodificador, el índice MVComp no es leído en la señal. El decodificador se limita simplemente a determinar el residuo de forma clásica. Si el valor de este residuo es par, el índice MVComp se pone a 0. Si el valor de este residuo es impar, el índice MVComp se pone a 1.

35 En conformidad con la técnica que se acaba de presentar, los coeficientes que sufren la modificación no siempre se eligen de forma óptima, por lo que la modificación aplicada trae consigo perturbaciones en la señal transmitida al decodificador. Tales perturbaciones perjudican inevitablemente la eficacia de la compresión de vídeo.

Objeto y sumario de la invención

Uno de los objetivos de la invención es subsanar inconvenientes del estado de la técnica antes citado.

A este efecto, un objeto de la presente invención se refiere a un procedimiento de codificación de al menos una imagen dividida en particiones, poniendo en práctica tal procedimiento las etapas de:

- 40
- predicción de los datos de una partición actual en función de al menos una partición de referencia ya codificada y luego decodificada, entregando una partición predicha;
 - determinación de un conjunto de datos residuales mediante comparación de datos relativos a la partición actual y a la partición predicha, asociándose los datos residuales respectivamente con diferentes informaciones digitales que están destinadas a pasar por una codificación entrópica,
- 45
- elaboración de una señal que contiene las informaciones codificadas.

El procedimiento según la invención es destacable por que pone en práctica, previamente a la etapa de elaboración de señal, las siguientes etapas:

- 50
- determinación, a partir del conjunto de datos residuales determinado, de un subconjunto que contiene datos residuales aptos para ser modificados,
 - cálculo del valor de una función representativa de los datos residuales del subconjunto determinado,
 - comparación del valor calculado con un valor de al menos una de las informaciones digitales,
 - en función del resultado de la comparación, modificación o no de al menos uno de los datos residuales del

subconjunto,

- en caso de modificación, codificación entrópica del al menos un dato residual modificado.

Tal disposición permite aplicar una técnica de disimulación de datos en un conjunto reducido de datos residuales, en el que los datos residuales son aptos para ser modificados.

- 5 Según la invención, se entiende por datos residuales aptos para ser modificados, unos datos para los que la aplicación de una modificación no trae consigo la desincronización entre el codificador y el decodificador.

Así, en conformidad con la invención, los datos residuales que están destinados a sufrir una modificación se seleccionan de forma bastante más fiable que en la técnica anterior antes citada, lo que permite obtener una mejor calidad de reconstrucción de la imagen en el decodificador.

- 10 Por otro lado, la posibilidad de modificar un número reducido de datos residuales permite acelerar la codificación.

En un modo particular de realización, las etapas que se siguen a la etapa de determinación del subconjunto de datos residuales son puestas en práctica únicamente si se cumple un criterio predeterminado, función de los datos residuales aptos para ser modificados.

- 15 Tal disposición permite, además, al codificador decidir de forma racional si conviene aplicar, o no, una técnica de disimulación de datos. Tal etapa de decisión tiene la ventaja de aplicarse únicamente sobre el conjunto reducido de datos residuales aptos para ser modificados. De este modo, está garantizado aplicar la técnica de disimulación de datos de forma mucho más adecuada que en la técnica anterior antes citada, en particular sobre un número de datos residuales mejor elegido, del cual se tiene por seguro que, una vez modificados estos datos, la perturbación de la señal generada por tal modificación no tendrá impacto negativo sobre la calidad de la reconstrucción de la imagen en el decodificador.

- 20 En otro modo particular de realización, el criterio de decisión predeterminado es función del resultado de una comparación entre el número de datos residuales aptos para ser modificados y un número predeterminado.

- 25 Tal disposición permite aumentar los rendimientos de compresión del codificador aritmético reduciendo eficazmente el coste de señalización. Esta disposición permite, en efecto, detectar con precisión el número de datos residuales a partir del que es conveniente aplicar la técnica de disimulación de datos sin que ésta traiga consigo perturbaciones elevadas en la señal a transmitir al decodificador.

- 30 En aún otro modo particular de realización, en el caso en que se considere una pluralidad de informaciones digitales a lo largo de la etapa de comparación, esta última consiste en comparar el valor calculado de una función representativa de los datos residuales del subconjunto determinado con el valor de una función representativa de la pluralidad de informaciones digitales.

- Tal disposición permite optimizar los rendimientos de compresión del codificador aritmético, al propio tiempo que se optimiza la reducción del coste de señalización, puesto que permite ocultar varias informaciones digitales en la señal que ha de transmitirse al decodificador.

- 35 En aún otra forma particular de realización, la al menos una información digital corresponde al signo de un dato residual.

- 40 El signo es una información particularmente pertinente para ocultar debido al hecho de que la probabilidad de aparición de un signo positivo o negativo es equiprobable. En consecuencia, habida cuenta de que un signo se codifica necesariamente en un bit, es así posible, ocultando esta información, economizar un bit en la señal a transmitir al decodificador, lo que reduce, en medida notable, el coste de señalización. La reducción de tal coste será tanto más elevada como sea posible, según la invención, ocultar una pluralidad de signos y por lo tanto, una pluralidad de bits.

De forma correlativa, la invención aún se refiere a un dispositivo de codificación de al menos una imagen dividida en particiones, comprendiendo tal dispositivo:

- 45
- medios de predicción de los datos de una partición actual en función de al menos una partición de referencia ya codificada y luego decodificada, entregando una partición predicha,
 - medios de determinación de un conjunto de datos residuales aptos para comparar datos relativos a la partición actual y a la partición predicha, asociándose los datos residuales respectivamente con diferentes informaciones digitales que están destinadas a pasar por una codificación entrópica,
 - medios de elaboración de una señal que contiene las informaciones codificadas.

- 50 Tal dispositivo de codificación es destacable por que comprende, aguas arriba de los medios de elaboración, medios de procesamiento que son aptos para:

- determinar, a partir del conjunto de datos residuales determinado, un subconjunto que contiene datos residuales aptos para ser modificados,
 - calcular el valor de una función representativa de los datos residuales del subconjunto determinado,
 - comparar el valor calculado con un valor de al menos una de las informaciones digitales,
- 5 - modificar o no al menos uno de los datos residuales del subconjunto determinado, en función del resultado de la modificación,

así como medios de codificación entrópica del al menos un dato residual modificado, en caso de modificación por los medios de procesamiento.

10 De forma correspondiente, la invención se refiere también a un procedimiento de decodificación de una señal de datos representativa de al menos una imagen dividida en particiones que ha sido codificada con anterioridad, que incluye una etapa de obtención, mediante decodificación entrópica de datos de la señal, de informaciones digitales asociadas a datos residuales relativos a al menos una partición codificada con anterioridad.

Tal procedimiento de decodificación es destacable por que comprende las siguientes etapas:

- 15 - determinación, a partir de los datos residuales, de un subconjunto que contiene datos residuales aptos para haber sido modificados a lo largo de una codificación anterior,
- cálculo del valor de una función representativa de los datos residuales de dicho subconjunto determinado,
 - obtención del valor de al menos una información digital diferente de las obtenidas por decodificación entrópica, a partir del valor calculado.

20 En un modo particular de realización, las etapas que se siguen a la etapa de determinación del subconjunto de datos residuales son puestas en práctica únicamente si se cumple un criterio predeterminado, función de los datos residuales aptos para haber sido modificados.

En otro modo particular de realización, el criterio de decisión predeterminado es función del resultado de una comparación entre el número de datos residuales aptos para haber sido modificados y un número predeterminado.

25 En aún otro modo particular de realización, a partir de dicho valor calculado, se obtiene una pluralidad de valores respectivamente asociados a una pluralidad de informaciones digitales diferentes de las obtenidas por decodificación entrópica.

En aún otro modo particular de realización, la al menos una información digital corresponde al signo de un dato residual.

30 De forma correlativa, la invención se refiere también a un dispositivo de decodificación de una señal de datos representativa de al menos una imagen dividida en particiones que ha sido codificada con anterioridad, que incluye medios de obtención, mediante decodificación entrópica de datos de la señal, de informaciones digitales asociadas a datos residuales relativos a al menos una partición codificada con anterioridad.

Tal dispositivo de decodificación es destacable por que comprende medios de procesamiento que son aptos para:

- 35 - determinar, a partir de los datos residuales, un subconjunto que contiene datos residuales aptos para haber sido modificados a lo largo de una codificación anterior,
- calcular el valor de una función representativa de los datos residuales del subconjunto determinado,
 - obtener el valor de al menos una información digital diferente de las obtenidas por decodificación entrópica, a partir del valor calculado.

40 La invención está orientada, asimismo, a un programa informático que incluye instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento de codificación o de decodificación anterior, cuando el programa es ejecutado por un ordenador.

Tal programa puede utilizar cualquier lenguaje de programación y estar bajo la forma de código fuente, código objeto o código intermedio entre código fuente y código objeto, tal como en una forma parcialmente compilada o en cualquier otra forma deseable.

45 Otro objeto de la invención está orientado también a un soporte de registro legible por un ordenador y que incluye instrucciones de programa informático tal como se ha mencionado con anterioridad.

El soporte de registro puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de almacenar el programa. Por ejemplo, tal soporte puede incluir un medio de almacenamiento, tal como una ROM, por ejemplo un CD-ROM o una ROM de

circuito microelectrónico o también un medio de registro magnético, por ejemplo, un disquete (floppy disc) o un disco duro.

5 Por otra parte, tal soporte de registro puede ser un soporte transmisible tal como una señal eléctrica u óptica, que puede dirigirse por intermedio de un cable eléctrico u óptico, por radio o por otros medios. El programa según la invención puede ser, en particular, descargado en una red de tipo Internet.

Como alternativa, tal soporte de registro puede ser un circuito integrado en el que el programa esté incorporado, estando dicho circuito adaptado para ejecutar el procedimiento en cuestión o para utilizarse en la ejecución de este último.

10 El dispositivo de codificación, el procedimiento de decodificación, el dispositivo de decodificación y los programas informáticos antes citados presentan al menos las mismas ventajas que las conferidas por el procedimiento de codificación según la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas se pondrán de manifiesto con la lectura de dos modos de realización preferidos descritos haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 15
- la figura 1 representa las etapas principales del procedimiento de codificación según la invención,
 - la figura 2 representa un modo de realización de un dispositivo de codificación según la invención,
 - la figura 3 representa las etapas principales del procedimiento de decodificación según la invención, y
 - la figura 4 representa un modo de realización de un dispositivo de decodificación según la invención.

Descripción detallada de la parte decodificación

20 Un modo de realización de la invención se describirá a continuación, en el que el procedimiento de codificación según la invención se utiliza para codificar una secuencia de imágenes según un flujo binario próximo al que se obtiene por una codificación según la norma H.264/MPEG-4 AVC. En este modo de codificación, el procedimiento de codificación según la invención se pone en práctica, por ejemplo, de manera de software o hardware mediante modificaciones de un codificador inicialmente conforme con la norma H.264/MPEG-4 AVC. El procedimiento de
25 codificación según la invención se representa bajo la forma de un algoritmo que incluye etapas C1 a C40, representadas en la figura 1.

Según el modo de realización de la invención, el procedimiento de codificación según la invención se pone en práctica en un dispositivo de codificación o codificador CO, del que un modo de realización se representa en la figura 2.

30 En conformidad con la invención, se procede, con anterioridad a la codificación propiamente dicha, a una división de una imagen IE de una secuencia de imágenes a codificar en un orden predeterminado, en una pluralidad Z de particiones $B_1, B_2, \dots, B_i, \dots, B_z$, según se representa en la figura 2.

35 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, en particular, 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, tal unidad de codificación agrupa conjuntos de píxeles de forma rectangular o cuadrada, también denominados bloques, macrobloques, o bien conjuntos de píxeles que presentan otras formas geométricas.

40 En el ejemplo representado en la figura 2, dichas particiones son bloques que tienen una forma cuadrada y tienen todos ellos el mismo tamaño. En función del tamaño de la imagen que no es obligatoriamente 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 forma rectangular y/o no alineados unos con los otros.

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

45 Tal división se efectúa mediante un módulo PCO de división representado en la figura 2 que utiliza, por ejemplo, un algoritmo de división bien conocido como tal.

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

En el ejemplo representado en la figura 2, tal codificación se aplica sucesivamente a cada uno de los bloques B_1 a

B_z de la imagen actual IE. Los bloques se codifican según, por ejemplo, un recorrido tal como el recorrido "raster scan" bien conocido por los expertos en esta técnica.

La codificación según la invención se pone en práctica en un módulo de software de codificación MC_CO del codificador CO, según se representa en la figura 2.

5 En el curso de una etapa C1 representada en la figura 1, el módulo de codificación MC_CO de la figura 2 selecciona como bloque actual B_i el primer bloque B_1 a codificar de la imagen actual IE. Según se representa en la figura 2, se trata del primer bloque de la izquierda de la imagen IE.

10 En el curso de una etapa C2 representada en la figura 1, se procede a la codificación predictiva del bloque actual B_1 mediante técnicas conocidas de predicción *intra* y/o *inter*, en cuyo curso el bloque B_1 es predicho con respecto a al menos un bloque anteriormente codificado y decodificado. Tal predicción se realiza mediante un módulo de software de predicción PRED_CO según se representa en la figura 2.

Por supuesto, son posibles otros modos de predicción *intra* tales como el que se propone en la norma H.264.

15 El bloque actual B_1 puede someterse igualmente a una codificación predictiva en modo *inter*, en cuyo curso el bloque actual es predicho con respecto a un bloque derivado de una imagen anteriormente codificada y decodificada. Otros tipos de predicción son, por supuesto, susceptibles de consideración. Entre las predicciones posibles para un bloque actual, la predicción óptima se elige según un criterio tasa-distorsión bien conocido por los expertos en esta técnica.

20 Dicha etapa de codificación predictiva antes citada permite construir un bloque predicho B_{p1} , que es una aproximación del bloque actual B_1 . Las informaciones relativas a esta codificación predictiva están destinadas a inscribirse en una señal a transmitir al decodificador. Tales informaciones comprenden, en particular, el tipo de predicción (*inter* o *intra*) y si fuera el caso, el modo de predicción *intra*, el tipo de división 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 codificador CO.

25 En el curso de una etapa siguiente C3 representada en la figura 1, el módulo de predicción PRED_CO compara los datos relativos al bloque actual B_1 con los datos del bloque predicho B_{p1} . Más concretamente, en el curso de esta etapa, se procede clásicamente a la sustracción del bloque predicho B_{p1} del bloque actual B_1 para obtener un bloque residuo B_r1 .

30 En el curso de una etapa siguiente C4 representada en la figura 1, se procede a la transformación del bloque residuo B_r1 según una operación clásica de transformación directa, tal como por ejemplo, una transformación del tipo de discreta de coseno, DCT, para obtener un bloque transformado B_t1 . Tal operación se realiza mediante un módulo de software MT_CO de transformada, según se representa en la figura 2.

En el curso de una etapa siguiente C5 representada en la figura 1, se procede a la cuantificación del bloque transformado B_t1 según una operación clásica de cuantificación, tal como, por ejemplo, una cuantificación escalar. Un bloque B_{q1} de coeficientes cuantificados es entonces obtenido. Tal etapa se efectúa por medio de un módulo de software de cuantificación MQ_CO tal como se representa en la figura 2.

35 En el curso de una etapa siguiente C6 representada en la figura 1, 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. Tal etapa se realiza mediante un módulo de software de lectura ML_CO, tal como se representa en la figura 2. Como resultado de la etapa C6 se obtiene una lista monodimensional $E_1 = (\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_L)$ de coeficientes, más conocida bajo la apelación de "residuo cuantificado", donde L es un número entero superior o igual a 1. Cada uno de los coeficientes de la lista E_1 está asociado a diferentes informaciones digitales que están destinadas a someterse a una codificación entrópica. Tales informaciones digitales se describen a continuación a modo de ejemplo.

Supongamos que en el ejemplo representado, $L = 16$ y que la lista E_1 contiene los dieciséis coeficientes siguientes $E_1 = (0, +9, -7, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1, 0, 0, 0, 0)$.

45 En particular:

- por cada coeficiente situado antes del último coeficiente no nulo de la lista E_1 , una información digital, tal como un bit, está destinada a codificarse de forma entrópica para indicar si el coeficiente es nulo o no: si el coeficiente es nulo, en tal caso, por ejemplo, el bit de valor 0 será el que se codifique, mientras que si el coeficiente es no nulo, se codificará el bit de valor 1;
- 50 - por cada coeficiente no nulo $+9, -7, +1, -1, +2, +1$, una información digital, tal como un bit, está destinada a codificarse de forma entrópica para indicar si el valor absoluto del coeficiente es o no igual a uno: si es igual a 1, se codificará, por ejemplo, el bit de valor 1, mientras que si es igual a 0, se codificará el bit de valor 0;
- por cada coeficiente no nulo y cuyo valor absoluto es no igual a uno situado antes del último coeficiente no nulo, tales como los coeficientes de valor $+9, -7, +2$, una información de amplitud (valor absoluto del

coeficiente del que se descuenta el valor dos) se codifica de forma entrópica;

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

5 Se describirá a continuación, haciendo referencia a la figura 1, las etapas específicas de codificación según la invención.

En conformidad con la invención, se decide evitar la codificación entrópica de al menos una de las informaciones digitales antes citadas. Por los motivos explicados con anterioridad en la descripción, en un modo de realización preferido, se decide no codificar de forma entrópica al menos un signo de uno de dichos coeficientes de la lista E_1 .

10 A título de ejemplo alternativo, podría, en particular, decidirse codificar, de forma entrópica, el bit menos significativo de la representación binaria de la amplitud del primer coeficiente no nulo de dicha lista E_1 .

A este efecto, en el curso de una etapa C7 representada en la figura 1, se procede a la elección del número de signos a ocultar en el curso de la etapa posterior de codificación entrópica. Tal etapa se realiza mediante un módulo de software de procesamiento MTR_CO, según se representa en la figura 2.

15 En el modo de realización preferido, el número de signos a ocultar es uno o cero. Además, en conformidad con dicho modo de realización preferido, es el signo del primer coeficiente no nulo el que se destina a su ocultación. En el ejemplo representado, se trata, por lo tanto, de ocultar el signo del coeficiente $\epsilon_2 = +9$.

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

20 En conformidad con el modo de realización preferido de la etapa C7, se procede, en el curso de una primera sub-etapa C71 representada en la figura 1, a la determinación, a partir de dicha 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 serán denominados coeficientes modificables a continuación en la descripción.

Según la invención, un coeficiente es modificable si la modificación de su valor cuantificado no da lugar a la desincronización en el decodificador, una vez que este coeficiente modificado sea procesado por el decodificador. De este modo, el módulo de procesamiento MTR_CO está configurado inicialmente para no modificar:

- 25
- el o los coeficientes nulos situados antes del primer coeficiente no nulo, de modo que el decodificador no asigne el valor del signo oculto 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.

30 En el ejemplo representado, como resultado de la sub-etapa C71, la sub-lista SE_1 obtenida es tal que $SE_1 = (9, -7, 0, 0, 1, 0, -1, 2, 0, 0, 1)$. En consecuencia, se obtienen once coeficientes modificables.

En el curso de una etapa siguiente C72 representada en la figura 1, el módulo de procesamiento MTR_CO procede a la comparación del número de coeficientes modificables con un umbral predeterminado TSIG. En el modo de realización preferido, TSIG tiene el valor de 4.

35 Si el número de coeficientes modificables es inferior al umbral TSIG, se procede, en el curso de una etapa C20 representada en la figura 1, 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_CO en la figura 2. A este efecto, el signo de cada coeficiente no nulo de la lista E_1 se codifica de forma entrópica.

40 Si el número de coeficientes modificables es superior al umbral TSIG, en el curso de una etapa C8 representada en la figura 1, el módulo de procesamiento MTR_CO calcula el valor de una función f que es representativa de los coeficientes de la sub-lista SE_1 .

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

45 En el curso de una etapa C9 representada en la figura 1, el módulo de procesamiento MTR_CO verifica si la paridad del valor del signo a 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 CO.

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

50 Si, según el convenio adoptado en el codificador CO según la invención, el signo es positivo, lo que corresponde a un valor de bit de codificación a cero, y 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 antes citada, con la excepción del signo del

coeficiente ϵ_2 .

5 Si, siempre según el convenio adoptado en el codificador CO según la invención, el signo es negativo, lo que corresponde a un valor de bit de codificación a 1, y la suma de los coeficientes de la sub-lista SE_1 es impar, se procede igualmente a la etapa C20 de codificación entrópica de los coeficientes de la lista E_1 antes citada, con la excepción del signo del coeficiente ϵ_2 .

Si, según el convenio adoptado en el codificador CO según la invención, el signo es positivo, lo que corresponde a un valor de bit de codificación a cero, y la suma de los coeficientes de la sub-lista SE_1 es impar, se procede en el curso de una etapa C10 representada en la figura 1, a una modificación de al menos un coeficiente modificable de la sub-lista SE_1 .

10 Si, siempre según el convenio adoptado en el codificador CO según la invención, el signo es negativo, lo que corresponde a un valor de bit de codificación a uno, y la suma de los coeficientes de la sub-lista SE_1 es par, se procede igualmente a la etapa C10 de modificación de al menos un coeficiente modificable de la sub-lista SE_1 .

Tal operación de modificación se realiza mediante el módulo de procesamiento MTR_CO de la figura 2.

15 En el ejemplo de realización en el que $SE_1 = (+9, -7, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1)$, la suma total f de los coeficientes es igual a 5, y por lo tanto, es impar. Con el fin de que el decodificador pueda reconstruir el signo positivo asignado al primer coeficiente no nulo, $\epsilon_2 = +9$, sin que el codificador CO tenga que transmitir este coeficiente al decodificador, es preciso que la paridad de la suma se haga par. En consecuencia, el módulo de procesamiento MTR_CO prueba, en el curso de dicha etapa C10, diferentes modificaciones de coeficientes de la sub-lista SE_1 , destinadas todas ellas a cambiar la paridad de la suma de los coeficientes. En el modo de realización preferido, 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 realizadas.

20

En el modo de realización preferido, tal selección constituye la predicción óptima según un criterio de rendimiento que es, por ejemplo, el criterio tasa-distorsión bien conocido para los expertos en esta técnica. Tal criterio se expresa por la ecuación (1) siguiente:

25
$$(1) J = D + \lambda R, \text{ donde}$$

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 fijarse previamente a la codificación.

30 En el ejemplo propuesto, la modificación que trae consigo una predicción óptima según el criterio tasa-distorsión antes citado es la adición del valor 1 al segundo coeficiente -7 de la sub-lista SE_1 .

Se obtiene entonces, como resultado de la etapa C10, una sub-lista modificada $SE_{m1} = (+9, +6, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1)$.

35 Conviene señalar que, en el curso de esta etapa, están prohibidas algunas modificaciones. Así, en el caso en que el primer coeficiente no nulo ϵ_2 tuviera un valor +1, no habría sido posible añadirle -1, puesto que se haría nulo y habría entonces perdido su característica de primer coeficiente no nulo de la lista E_1 . El decodificador habría entonces atribuido posteriormente el signo decodificado (mediante cálculo de la paridad de la suma de los coeficientes) a otro coeficiente y se habría tenido entonces un error de decodificación.

40 En el curso de una etapa C11 representada en la figura 1, el módulo de procesamiento MTR_CO procede a una modificación correspondiente de la lista E_1 . Se obtiene entonces la lista modificada siguiente $Em_1 = (0, +9, -6, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1, 0, 0, 0, 0)$.

A continuación, se procede a la etapa C20 de codificación entrópica de los coeficientes de la lista Em_1 antes citada, con la excepción del signo del coeficiente ϵ_2 , que es el signo + del coeficiente 9 en el ejemplo propuesto, cuyo signo se oculta en la paridad de la suma de los coeficientes.

45 Conviene señalar que el conjunto de las amplitudes de los coeficientes de la lista E_1 o de la lista modificada Em_1 se codifica antes que el conjunto de los signos, con la exclusión del signo del primer coeficiente no nulo ϵ_2 que no se codifica, como se explicó con anterioridad.

En el curso de una etapa C30 siguiente, representada en la figura 1, el módulo de codificación MC_CO de la figura 2 prueba si el bloque actual codificado es el último bloque de la imagen IE.

50 Si el bloque actual es el último bloque de la imagen IE, en el curso de una etapa C40 representada en la figura 1, se pone fin al procedimiento de codificación.

Si no fuera el caso, se procede a la selección del bloque siguiente B_i que se codifica entonces en conformidad con el orden de recorrido denominado *raster scan* antes citado, mediante iteración de las etapas C1 a C20, 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, bajo forma binaria, dichos bloques codificados.

La construcción de la señal binaria F se pone en práctica en un módulo de software CF de construcción de flujo, tal como se representa en la figura 2.

- 5 El flujo F se transmite, a continuación, mediante una red de comunicación (no representada), a un terminal remoto. Este último incluye un decodificador que se describirá, con más detalle, a continuación en esta descripción.

Se describirá, a continuación, principalmente con referencia a la figura 1, otro modo de realización de la invención.

Este otro modo de realización se distingue del anterior solamente por el número de coeficientes que ha de ocultarse, que es bien 0, o bien N , siendo N un número entero tal que $N \geq 2$.

- 10 A este efecto, la sub-etapa de comparación $C72$ antes citada se sustituye por la sub-etapa $C72a$ representada en puntos en la figura 1, en el curso de cuya etapa 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 modo que si el número de coeficientes modificables está incluido entre TSIG_N y TSIG_{N+1} , N signos están destinados a ocultarse.

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

Si el número de coeficientes modificables está incluido entre el umbral TSIG_N y TSIG_{N+1} , en el curso de una etapa $C8$ representada en la figura 1, el módulo de procesamiento MTR_CO calcula el valor de una función f que es representativa de los coeficientes de la sub-lista E_1 .

- 20 En este otro modo de realización, siendo la decisión en el codificador la de ocultar N signos, la función f es el resto 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 ocultar los dos primeros signos de los dos primeros coeficientes no nulos respectivamente, a saber, ϵ_2 y ϵ_3 .

- 25 En el curso de la etapa siguiente $C9$ representada en la figura 1, el módulo de procesamiento MTR_CO verifica si la configuración de los N signos, o sea, 2^N configuraciones posibles, corresponde al valor del resto módulo 2^N de la suma de los coeficientes de la sub-lista SE_1 .

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

Estas cuatro configuraciones obedecen a un convenio en el codificador CO , cuyo convenio se determina, por ejemplo, de la forma siguiente:

- 30
- 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 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 antes citada, con la excepción del signo del coeficiente ϵ_2 y del coeficiente ϵ_3 , cuyos signos se ocultan en la paridad de suma módulo 2^N de los coeficientes.

- 40 Si no fuera el caso, se procede a la etapa $C10$ de modificación de al menos un coeficiente modificable de la sub-lista SE_1 . Tal modificación se realiza mediante el módulo de procesamiento MTR_CO de la figura 2, de tal manera que el resto 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 ocultar.

En el curso de la etapa $C11$ antes citada, el módulo de procesamiento MTR_CO procede a una modificación correspondiente de la lista E_1 . Se obtiene, entonces, una lista modificada Em_1 .

- 45 Se procede, a continuación, a la etapa $C20$ de codificación entrópica de los coeficientes de la lista Em_1 antes citada, con la excepción del signo del coeficiente ϵ_2 y del signo del coeficiente ϵ_3 , cuyos signos están ocultados en la paridad de la suma módulo 2^N de los coeficientes.

Descripción detallada de la parte decodificación

Un modo de realización del procedimiento de decodificación según la invención se describirá a continuación, en el que el procedimiento de decodificación se pone en práctica de manera de software o de hardware mediante

modificaciones de un decodificador inicialmente conforme con la norma H.264/MPEG-4 AVC.

El procedimiento de decodificación según la invención está representado bajo la forma de un algoritmo que incluye unas etapas D1 a D12 representadas en la figura 3.

5 Según el modo de realización de la invención, el procedimiento de decodificación según la invención se pone en práctica en un dispositivo de decodificación o decodificador DO, según se representa en la figura 4.

10 En el curso de una etapa preliminar no representada en la figura 3, se procede a la identificación, en la señal de datos F recibida, de las particiones B_1 a B_z que se han codificado precedentemente mediante el codificador CO. En el modo de realización preferido, dichas particiones son bloques que tienen una forma cuadrada y tienen todos ellos el mismo tamaño. En función del tamaño de la imagen que no es obligatoriamente 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 forma rectangular y/o no alineados los unos con los otros.

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

15 Tal identificación se efectúa mediante un módulo de software EX_DO de análisis de flujo, tal como se representa en la figura 4.

En el curso de una etapa D1 representada en la figura 3, el módulo EX_DO de la figura 4 selecciona como bloque actual B_i el primer bloque B_1 a decodificar. Tal selección consiste, por ejemplo, en colocar un puntero de lectura en la señal F al principio de los datos del primer bloque B_1 .

20 A continuación, se procede a la decodificación de cada uno de los bloques codificados seleccionados.

En el ejemplo representado en la figura 3, tal decodificación se aplica sucesivamente a cada uno de los bloques codificados B_1 a B_z . Los bloques se decodifican según, por ejemplo, un recorrido "raster scan" bien conocido para los expertos en esta técnica.

25 La decodificación según la invención se pone en práctica en un módulo de software de decodificación MD_DO del decodificador DO, tal como se representa en la figura 4.

30 En el curso de una etapa D2, representada en la figura 3, se procede, en primer lugar, a la decodificación entrópica del primer bloque actual B_1 que ha sido seleccionado. Tal operación se realiza mediante un módulo de decodificación entrópica DE_DO representado en la figura 4, por ejemplo de tipo CABAC. En el curso de esta etapa, el módulo DE_DO efectúa una decodificación entrópica de las informaciones digitales correspondientes a la amplitud de cada uno de los coeficientes codificados de la lista E_1 o de la lista modificada Em_1 . En este estadio, solamente los signos de los coeficientes de la lista E_1 o de la lista modificada Em_1 no están decodificados.

35 En el curso de una etapa D3 representada en la figura 3, se procede a la determinación del número de signos susceptibles de haber sido ocultados en el curso de la etapa precedente de codificación entrópica C20. Tal etapa D3 se realiza mediante un módulo de software de procesamiento MTR_DO, tal como se representa en la figura 4. La etapa D3 es similar a la etapa C7 antes citada de determinación del número de signos que ocultar.

En el modo de realización preferido, el número de signos ocultados es uno o cero. Además, en conformidad con dicho modo de realización preferido, es el signo del primer coeficiente no nulo el que es ocultado. En el ejemplo representado, se trata, por lo tanto, del signo positivo del coeficiente $\epsilon_2 = +9$.

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

En conformidad con el modo de realización preferido de la etapa D3, se procede, en el curso de una primera sub-etapa D31 representada en la figura 3, a la determinación, a partir de dicha lista E_1 o de la lista modificada Em_1 , de una sub-lista que contiene coeficientes $\epsilon'_1, \epsilon'_2, \dots, \epsilon'_M$, donde $M < L$, susceptibles de haber sido modificados en la codificación.

45 Tal determinación se realiza de la misma manera que en la etapa de codificación C7 antes citada.

Como el módulo de procesamiento MTR_CO antes citado, el módulo de procesamiento MTR_DO está configurado inicialmente para no modificar:

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

50

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

5 En el curso de una sub-etapa siguiente D32 representada en la figura 3, el módulo de procesamiento MTR_DO procede a la comparación del número de coeficientes susceptibles de haber sido modificado con un umbral predeterminado TSIG. En el modo de realización preferido, TSIG tiene el valor de 4.

10 Si el número de coeficientes susceptibles de haber sido modificados es inferior al umbral TSIG, se procede en el curso de una etapa D4 representada en la figura 3, a una decodificación entrópica clásica de todos los signos de los coeficientes de la lista E_1 . Tal decodificación se realiza mediante el decodificador CABAC, designado por la referencia DE-DO en la figura 4. A este efecto, el signo de cada coeficiente no nulo de la lista E_1 es decodificado de forma entrópica.

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

15 En el curso de una etapa D5 representada en la figura 3, el módulo de procesamiento MTR_DO 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 de realización preferido en el que un solo signo se oculta en la señal F , la función f es la paridad de la suma de los coeficientes de la sub-lista SEm_1 .

20 En conformidad con el convenio utilizado en el codificador CO, que es el mismo en el decodificador DO, un valor par de la suma de los coeficientes de la sub-lista SEm_1 significa que el signo del primer coeficiente no nulo de la lista modificada Em_1 es positivo, mientras que un valor impar de la suma de los coeficientes de la sub-lista SEm_1 significa que el signo del primer coeficiente no nulo de la lista modificada Em_1 es negativo.

25 En el ejemplo de realización en el que $SEm_1 = (+9, -6, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1)$, la suma total de los coeficientes es igual a 6 y por lo tanto, es par. En consecuencia, como resultado de la etapa D5, el módulo de procesamiento MTR_DO deduce que el signo ocultado del primer coeficiente no nulo ϵ_2 es positivo.

30 En el curso de una etapa D6 representada en la figura 3, y con la ayuda de todas las informaciones digitales reconstruidas en el curso de las etapas D2, D4 y D5, se procede a la reconstrucción de los coeficientes cuantificados del bloque Bq_1 en un orden predefinido. En el ejemplo representado, se trata de un recorrido en zigzag inverso al recorrido en zigzag realizado en el curso de la etapa de codificación C6 antes citada. Tal etapa se realiza mediante un módulo de software de lectura ML_DO, tal como se representa en la figura 4. Más concretamente, el módulo ML_DO procede a la inscripción de los coeficientes de la lista E_1 (monodimensional) en el bloque Bq_1 (bidimensional), utilizando dicho orden de recorrido en zigzag inverso.

35 En el curso de una etapa D7 representada en la figura 3, se procede a la decuantificación del bloque residuo cuantificado Bq_1 según una operación clásica de decuantificación que es la operación inversa de la cuantificación efectuada en la etapa de codificación C5 antes citada, para producir un bloque decuantificado decodificado BDq_1 . Tal etapa se realiza por medio de un módulo de software de decuantificación MDQ_DO según se representa en la figura 4.

40 En el curso de una etapa D8 representada en la figura 3, se procede a la transformación inversa del bloque decuantificado BDq_1 , que es la operación inversa de la transformación directa efectuada en la codificación en la etapa C4 antes citada. Un bloque residuo decodificado BDr_1 es entonces obtenido. Tal operación se realiza mediante un módulo de software MTI_DO de transformada inversa, tal como se representa en la figura 4.

45 En el curso de una etapa D9 representada en la figura 3, se procede a la decodificación predictiva del bloque actual B_1 . Tal decodificación predictiva se realiza clásicamente mediante técnicas conocidas de predicción *intra* y/o *inter*, en cuyo curso se predice el bloque B_1 con respecto a por lo menos un bloque anteriormente decodificado. Tal operación se realiza mediante un módulo de decodificación predictiva PRED_DO tal como se representa en la figura 4.

Por supuesto, son posibles otros modos de predicción *intra*, tales como los propuestos en la norma H.264.

50 En el curso de esta etapa, la decodificación predictiva se realiza con la ayuda de los elementos de sintaxis decodificados en la etapa precedente y que comprenden, en particular, el tipo de predicción (*inter* o *intra*) y si fuera el caso, el modo de predicción *intra*, el tipo de división 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*.

Dicha etapa de decodificación predictiva antes citada permite construir un bloque de predicción Bp_1 .

En el curso de una etapa D10 representada en la figura 3, se procede a la construcción del bloque decodificado BD_1 añadiendo al bloque predicho Bp_1 el bloque residuo decodificado BDr_1 . Tal operación se realiza mediante un módulo de software de reconstrucción MR_DO representado en la figura 4.

5 En el curso de una etapa D11 representada en la figura 3, el módulo de decodificación MD_DO prueba si el bloque actual decodificado es el último bloque identificado en la señal F.

Si el bloque actual es el último bloque de la señal F, en el curso de una etapa D12 representada en la figura 3, se pone fin al procedimiento de decodificación.

Si no fuera el caso, se procede a la selección del bloque siguiente B_i a decodificar en conformidad con el orden de recorrido *raster scan* antes citado, mediante iteración de las etapas D1 a D10 para $1 < i \leq Z$.

10 Se describirá a continuación, principalmente haciendo referencia a la figura 3, otro modo de realización de la invención.

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

15 A este efecto, la sub-etapa de comparación D32 antes citada se sustituye por la sub-etapa D32a representada en puntos en la figura 3, en cuyo curso 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 manera que si el número de dichos coeficientes está incluido entre $TSIG_N$ y $TSIG_N+1$, se han ocultado N signos.

20 Si el número de dichos coeficientes es inferior al primer umbral $TSIG_1$, se procede, en el curso de la etapa D4 antes citada, a la decodificación entrópica clásica de todos los signos de los coeficientes de la lista E_1 . A este efecto, el signo de cada coeficiente no nulo de la lista E_1 es decodificado de forma entrópica.

Si el número de dichos coeficientes está incluido entre el umbral $TSIG_N$ y $TSIG_N+1$, se procede, en el curso de la etapa D4 antes citada, a la decodificación entrópica clásica de todos los signos de los coeficientes de la lista E_1 , con la excepción de los N signos respectivos de los primeros coeficientes no nulos de dicha lista modificada Em_1 , ocultándose dichos N signos.

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

30 El módulo de procesamiento MTR_DO deduce entonces la configuración de los dos signos ocultados que se asignan 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 anteriormente descritas.

Es evidente que los modos de realización que han sido anteriormente descritos han sido dados a título meramente indicativo y no limitativo y que pueden aportarse fácilmente numerosas modificaciones por un experto en esta técnica sin por ello desviarse del alcance de protección de la invención.

35 Así, por ejemplo, según un modo de realización simplificado con respecto al representado en la figura 1, el codificador CO podría configurarse para que oculte al menos N' signos predeterminados, con $N' \geq 1$, en lugar de, bien cero, uno, o bien N signos predeterminados. En este caso, la etapa de comparación C72 o C72a sería suprimida. De forma correspondiente, según un modo de realización simplificado con respecto al representado en la figura 3, el decodificador DO estaría configurado para reconstruir N' signos predeterminados en lugar de, bien cero, uno, o bien N signos predeterminados. En este caso, la etapa de comparación D32 o D32a sería suprimida.

40 Además, el criterio de decisión aplicado en la etapa de codificación C72 y en la etapa de decodificación D32 se podría sustituir por otro tipo de criterio. A este efecto, en lugar de comparar con un umbral el número de coeficientes modificables o el número de coeficientes susceptibles de haber sido modificados, el módulo de procesamiento MTR_CO o MTR_DO podría aplicar un criterio de decisión que sea, respectivamente, función de la suma de las amplitudes de los coeficientes modificables o susceptibles de haber sido modificados o también, del número de
45 ceros presentes entre los coeficientes modificables o susceptibles de haber sido modificados.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de codificación, que comprende:
 - determinar una sub-lista de una lista de coeficientes de un bloque residual cuantificado, conteniendo la sub-lista coeficientes susceptibles de ser modificados identificando un primer coeficiente no nulo y el último coeficiente no nulo, en la que los coeficientes nulos situados antes del primer coeficiente no nulo y los coeficientes nulos situados después del último coeficiente no nulo son no susceptibles de ser modificados;
 - comparar un número de coeficientes modificables con un umbral predeterminado de cuatro;
 - si el número de coeficientes modificables es inferior o igual al umbral de cuatro, codificar los coeficientes de la lista, comprendiendo la codificación de entropía un signo de cada coeficiente no nulo en la lista;
 - si el número de coeficientes modificables es superior al umbral de cuatro, calcular un valor de la paridad de la suma de los coeficientes en la sub-lista;
 - verificar si un solo signo que está destinado a ser ocultado se corresponde con la paridad de la suma de los coeficientes en la sub-lista según un convenio, en el que:
 - si el signo es positivo y la suma de los coeficientes en la sub-lista es par, codificar los coeficientes en la lista a excepción del signo del coeficiente que es ocultado en la paridad de la suma de los coeficientes,
 - si el signo es negativo y si la suma de los coeficientes en la sub-lista es impar, codificar los coeficientes en la lista a excepción del signo del coeficiente que es ocultado en la paridad de la suma de los coeficientes,
 - si el signo es positivo y la suma de los coeficientes en la sub-lista es impar, modificar al menos un coeficiente modificable en la sub-lista y codificar los coeficientes de la lista a excepción del signo del coeficiente que es ocultado en la paridad de la suma de los coeficientes, y
 - si el signo es negativo y la suma de los coeficientes en la sub-lista es par, modificar al menos un coeficiente modificable en la sub-lista y codificar los coeficientes de la lista a excepción del signo del coeficiente que es ocultado en la paridad de la suma de los coeficientes,
 - y en el que el signo del primer coeficiente no nulo está destinado a ser ocultado.
2. Soporte de registro legible por ordenador que incluye un flujo de datos representativo de al menos una imagen dividida en particiones, que ha sido precedentemente codificada, comprendiendo el flujo de datos:
 - coeficientes de una partición (Bi) de al menos una imagen codificada, estando dichos coeficientes codificados mediante una codificación de tipo CABAC (codificación aritmética binaria adaptativa basada en el contexto);
 - representando dichos coeficientes un bloque de datos residuales de la partición, no incluyendo el primer coeficiente no nulo un valor de signo;
 estando el flujo de datos caracterizado por que
 - el número de coeficientes del primer coeficiente no nulo al último coeficiente no nulo, inclusive el primer y el último coeficiente no nulo, es superior a cuatro,
 - la paridad de la suma de dichos coeficientes del primer coeficiente no nulo al último coeficiente no nulo determina el signo del primer coeficiente no nulo,
 - el signo del primer coeficiente no nulo es positivo cuando dicha suma de los coeficientes es un valor par, mientras que el signo del primer coeficiente no nulo es negativo cuando dicha suma de los coeficientes es un valor impar.
3. Soporte según la reivindicación 2, caracterizado por que el soporte de registro legible por ordenador puede ser una entidad o dispositivo capaz de almacenar.
4. Soporte, según la reivindicación 3, caracterizado por que tal soporte puede incluir un medio de almacenamiento, tal como una ROM, un CD-ROM, una ROM de circuito microelectrónico, un medio de registro magnético tal como un disquete o un disco duro.
5. Soporte, según la reivindicación 4, caracterizado por que tal soporte de registro es un circuito integrado.

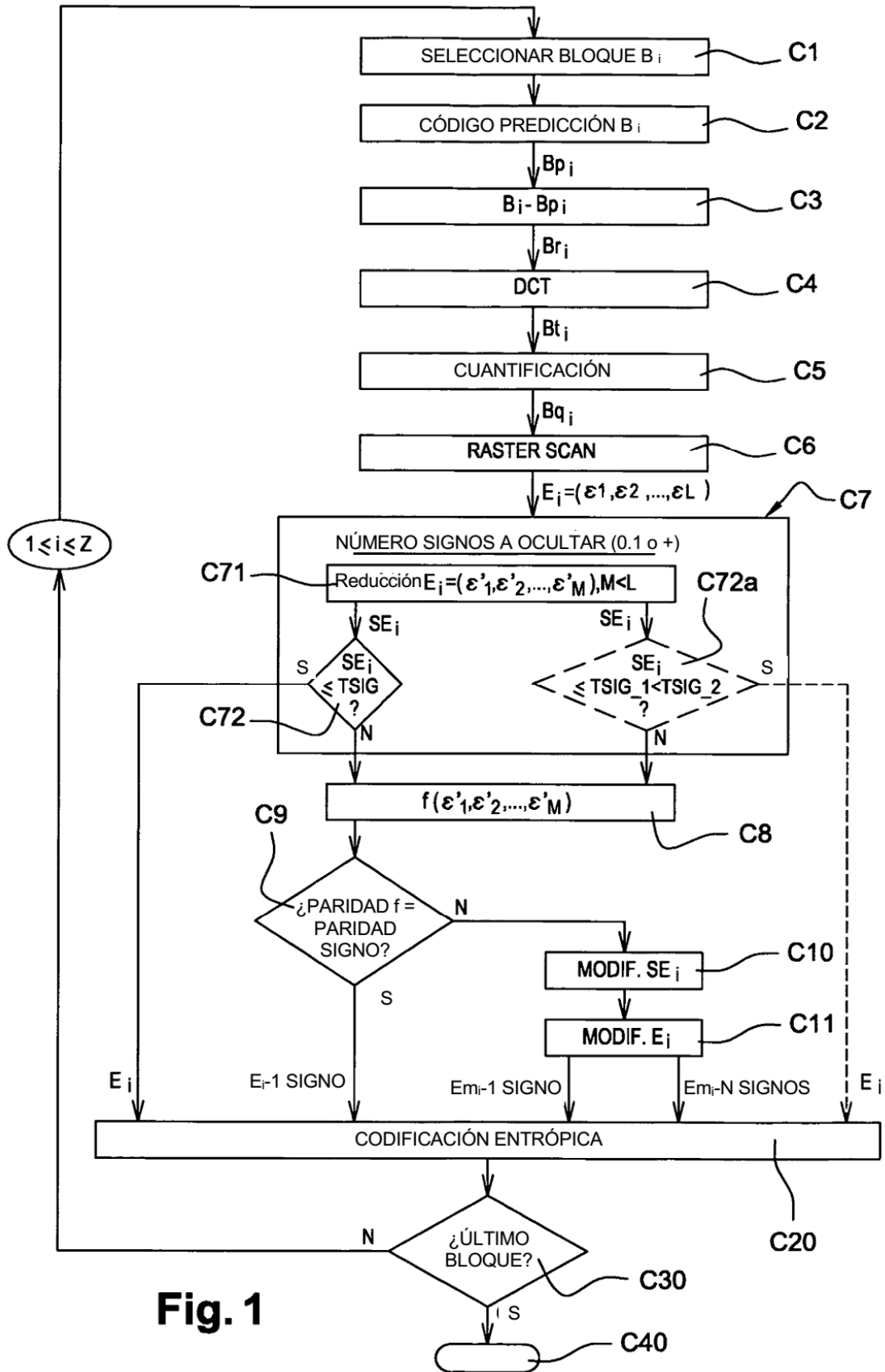


Fig. 1

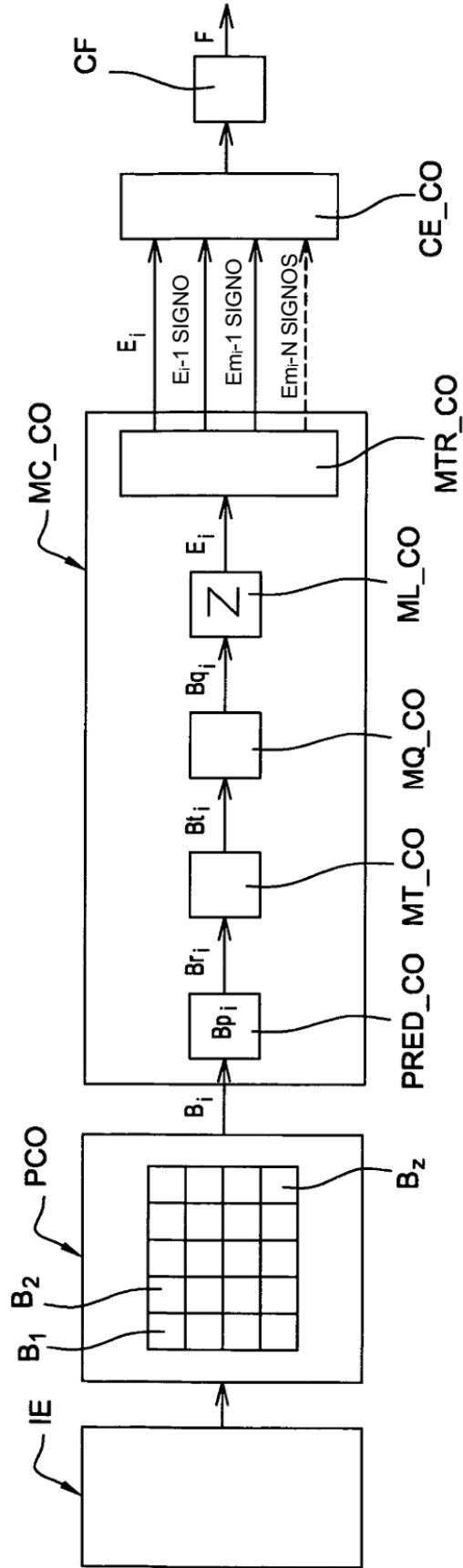


Fig. 2

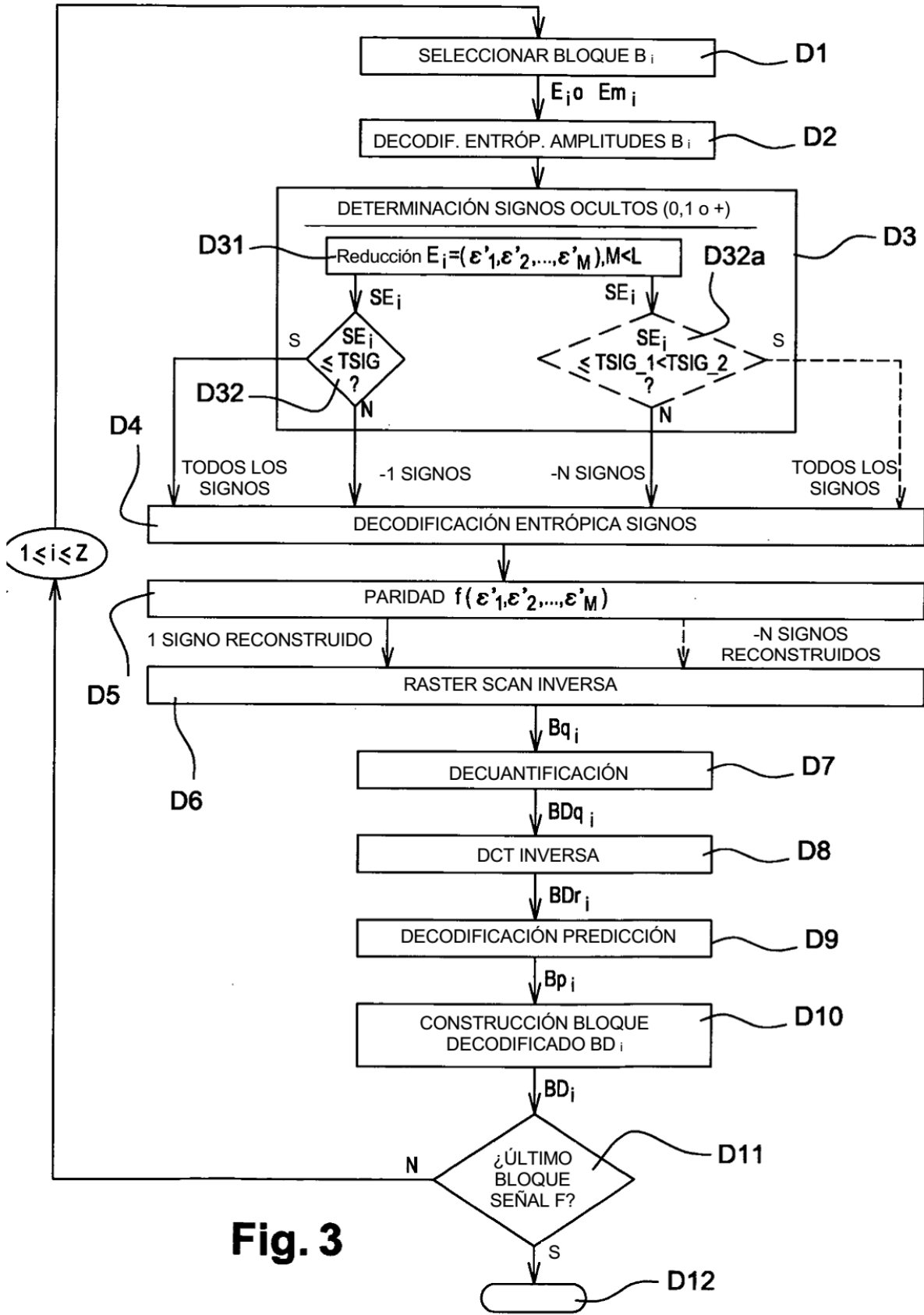


Fig. 3

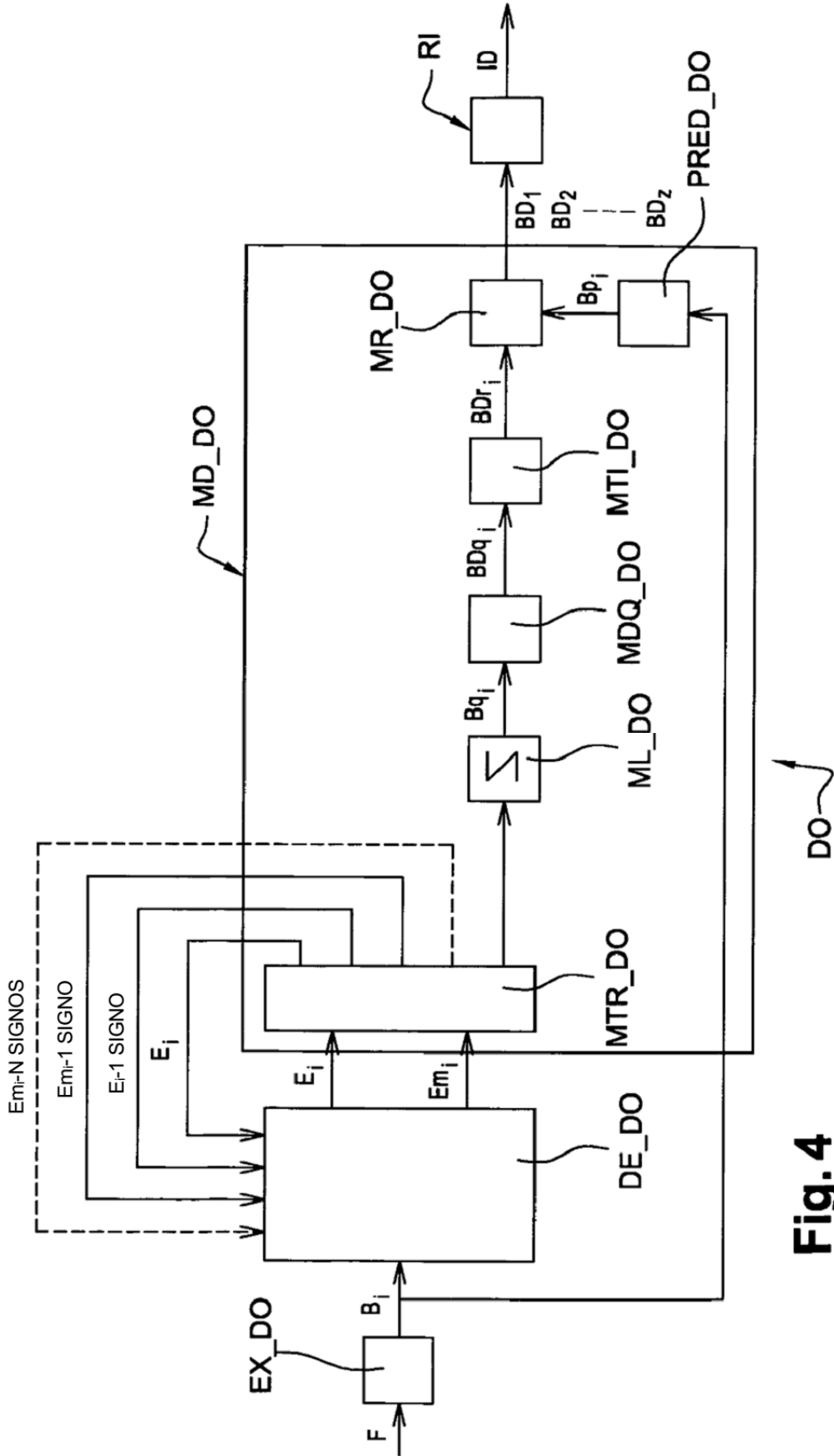


Fig. 4