



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,  
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



**(11) BR 122022013656-7 B1**

**(22) Data do Depósito:** 06/11/2012

**(45) Data de Concessão:** 07/02/2023

**(54) Título:** PROCESSO DE DECODIFICAÇÃO DE UM SINAL DE DADOS REPRESENTATIVO DE PELO MENOS UMA IMAGEM SUBDIVIDIDA EM PARTIÇÕES QUE FOI ANTERIORMENTE CODIFICADA

**(51) Int.Cl.:** H04N 19/50; H04N 19/117; H04N 19/147; H04N 19/167; H04N 19/18; (...).

**(52) CPC:** H04N 19/50; H04N 19/117; H04N 19/147; H04N 19/167; H04N 19/18; (...).

**(30) Prioridade Unionista:** 07/11/2011 FR 1160114.

**(73) Titular(es):** DOLBY INTERNATIONAL AB.

**(72) Inventor(es):** FELIX HENRY; GORDON CLARE.

**(86) Pedido PCT:** PCT FR2012052551 de 06/11/2012

**(87) Publicação PCT:** WO 2013/068683 de 16/05/2013

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 08/07/2022

**(62) Pedido Original do Dividido:** BR112014010842-0 - 06/11/2012

**(57) Resumo:** A presente invenção refere-se a um processo de codificação de pelo menos uma imagem recortada em divisões, uma divisão corrente sendo codificada contendo dados dos quais para pelo menos 10 menos um dado é atribuído um sinal. Esse processo de codificação é caracterizado pelo fato de implementar, para essa divisão corrente, as seguintes etapas: - cálculo (S3) do valor de uma função representativa dos dados dessa divisão corrente com exclusão desse sinal; - comparação (S4) desse valor calculado a um valor predeterminado desse sinal; - em função do resultado dessa comparação, modificação (S5) ou não de pelo menos um dos itens de dado da divisão corrente; - em caso de modificação, codificação (S20) do dito pelo menos um (20) dado modificado.

"PROCESSO DE DECODIFICAÇÃO DE UM SINAL DE DADOS REPRESENTATIVO DE PELO MENOS UMA IMAGEM SUBDIVIDIDA EM PARTIÇÕES QUE FOI ANTERIORMENTE CODIFICADA "

Dividido do BR112014010842-0, depositado em 06/11/2012

Campo da Invenção

[001] A presente invenção se refere, de maneira geral, ao campo do processamento de imagens, e, mais precisamente, à codificação e à decodificação de imagens numéricas e de sequências de imagens numéricas.

[002] A invenção pode assim, notadamente, se aplicar à codificação vídeo utilizada nos codificadores vídeo atuais (MPEG, H.264, etc.) ou a vir (ITU-T/VCEG (H.265) ou ISO/MPEG (HEVC).

Planejamento da Invenção

[003] Os codificadores vídeo atuais (MPEG, H.264,...) utilizam uma representação por blocos da sequência vídeo. As imagens são recortadas em macroblocos, cada macrobloco é ele próprio recortado em blocos e cada bloco ou macrobloco, é codificado por predição intra-imagens ou inter-imagens. Assim, certas imagens são codificadas por predição espacial (intra predição), enquanto outras imagens são codificadas por inter predição) em relação a uma ou várias imagens de referência codificadas-decodificadas, com o auxílio de uma compensação em movimento conhecido pelo técnico.

[004] Para cada bloco é codificado um bloco residual, ainda denominado resíduo de predição, correspondente ao bloco original diminuído de uma predição. Os blocos residuais são transformados por uma transformada de tipo transformada em cosseno discreto (DCT), depois quantificados com o auxílio de uma quantificação, por exemplo, de tipo escalar. Coeficientes dos quais determinados são positivos e outros negativos são obtidos ao final da etapa de quantificação. Eles são, em seguida, percorridos em uma ordem de leitura geralmente em ziguezague (conforme

na norma JPEG), o que permite explorar o número importante de coeficientes nulos nas altas frequências. Ao final do percurso pré-citado, uma lista monodimensional de coeficientes é obtida, a qual será denominada "resíduo quantificado". Os coeficientes dessa lista são então codificados por uma codificação entrópica.

[005] A codificação entrópica (por exemplo, de tipo codificação aritmética ou codificação de Huffman) é realizada da seguinte forma:

- uma informação é codificada entropicamente para indicar o local do último coeficiente não nulo da lista;
- para cada coeficiente situado antes do último coeficiente não nulo, uma informação é codificada entropicamente para indicar se o coeficiente é nulo ou não;
- para cada coeficiente não nulo indicado anteriormente, uma informação é codificada entropicamente para indicar se o coeficiente é igual a um ou não;
- para cada coeficiente não nulo e não igual a um situado antes do último coeficiente não nulo, uma informação de amplitude (valor absoluto do coeficiente diminuído de dois) é codificado entropicamente,
- para cada coeficiente não nulo, o sinal que é atribuído a ele é codificado por um "0" (para o sinal +) ou um "1" (para o sinal -).

[006] Segundo a técnica H.264, por exemplo, quando um macrobloco é recortado em blocos, um sinal de dados, correspondente a cada bloco, é transmitido ao decodificador. Esse sinal compreende:

- os resíduos quantificados contidos na lista pré-citada;
- informações representativas do modo de codificação utilizado, em particular:
  - o modo de predição (intra predição, inter predição, predição por defeito realizando uma predição para a qual nenhuma informação é transmitida ao decodificador ("em inglês" skip));
  - informações que precisam o tipo de predição (orientação, imagem de refe-

rências, ...);

- o tipo de divisão;
- o tipo de transformada, por exemplo, DCT 4x4, DCT 8x8, etc...
- as informações de movimento, se necessário;
- etc.

[007] A decodificação é feita imagem por imagem, e para cada imagem, macrobloco por macrobloco. Para cada divisão de um macrobloco, os elementos correspondentes do fluxo são lidos. A quantificação inversa e a transformação inversa dos coeficientes dos blocos são feitas para produzir o resíduo de predição decodificada. Depois, a predição da divisão é calculada e a divisão é reconstruída, acrescentando-se a predição ao resíduo de predição decodificada.

[008] A codificação intra ou inter por competição, tal como utilizada na norma H264, se baseia assim na colocação em competição de diferentes informações de codificação, tais como aquelas pré-citadas, com a finalidade de selecionar o melhor modo, isto é, aquele que otimizará a codificação da divisão considerada, segundo um critério de desempenho predeterminado, por exemplo, o custo fluxo/distorção bem conhecido do técnico.

[009] As informações representativas do modo de codificação selecionado ficam contidas no sinal de dados transmitidos pela codificação ao decodificador. O decodificador é assim capaz de identificar o modo de codificação selecionado no codificador, depois de aplicar a predição conforme esse modo.

[010] No 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 multimédia signal processing*, 2011, é apresentado um processo de dissimulação de dados (tradução inglesa de Data Hiding) utilizado durante uma compactação vídeo.

[011] Mais precisamente, é proposto evitar incluir no sinal a transmitir ao de-

codificador pelo menos um índice de competição, tal como oriundo de uma pluralidade de índice de competição a transmitir. Esse índice é, por exemplo, o índice MVComp que representa uma informação que permite identificar o predictor de vetor de movimento utilizado para um bloco pré-dito em modo inter. Esse índice, que pode valer 0 ou 1, não é inscrito diretamente no sinal de dados codificados, mas transportado pela paridade da soma dos coeficientes do resíduo quantificado. Uma associação é criada entre a paridade do resíduo quantificado e o índice MVComp. A título de exemplo, o valor par do resíduo quantificado é associado ao índice MVComp de valor 0, enquanto o valor ímpar do resíduo quantificado é associado ao índice MVComp de valor 1. Dois casos podem se apresentar. Em um primeiro caso, se a paridade do resíduo quantificado corresponder já àquela do índice MVComp que se quer transmitir, o resíduo quantificado é codificado de forma clássica. Em um segundo caso, se a paridade do resíduo quantificado for diferente daquela do índice MVComp que se quer transmitir, proceder-se-á a uma modificação do resíduo quantificado, de maneira que sua paridade seja a mesma que aquela do índice MVComp. Essa modificação consiste em incrementar ou desincrementar um ou vários coeficientes do resíduo quantificado de um valor ímpar (ex: +1, -1, +3, -3, +5, -+5...) e reter apenas a modificação que otimiza um critério predeterminado, no caso o custo distorção pré-citado.

[012] No decodificador, o índice MVComp não é lido no sinal. O decodificador se contenta simplesmente em determinar classicamente o resíduo. Se o valor desse resíduo for par, o índice MVComp será colocado em 0. Se o valor desse resíduo for ímpar, o índice MVComp será colocado em 1.

[013] De acordo com a técnica que acaba de ser apresentada, os coeficientes que sofrem a modificação nem sempre são escolhidos de forma ótima, de modo que a modificação aplicada acarreta perturbações no sinal transmitido ao decodificador. Essas perturbações prejudicam inevitavelmente a eficácia da compactação vídeo.

[014] Por outro lado, o índice MVComp não constitui a informação a mais interessante a dissimular, pois as probabilidades que esse índice seja igual a 0 ou a 1 não são iguais. Em consequência, se esse índice for codificado de forma clássica por uma codificação entrópica, ele será representado, no arquivo condensado a transmitir ao decodificador, por uma quantidade de dados inferior a um bit por índice MVComp transmitido. Em consequência, se o índice MVComp for transmitido na paridade do resíduo quantificado, a quantidade de dados assim economizada é inferior a um bit por índice MVComp, enquanto a paridade do resíduo poderia permitir transportar uma informação de um bit por índice.

[015] Por conseguinte, a redução do custo de sinalização, da mesma forma que a eficácia da compactação não são ótimas.

#### Objeto e sumário da invenção

[016] Uma das finalidades da invenção é de prevenir os inconvenientes do estado da técnica pré-citada.

[017] Para isso, um objeto da presente invenção se refere a um processo de codificação de pelo menos uma imagem recortada em partições, uma partição atual a codificar, contendo dados dos quais pelo menos um dado é ligado a um sinal.

[018] O processo, de acordo com a invenção, é notável pelo fato de implementar, para a partição atual pré-citada, as seguintes etapas:

- cálculo do valor de uma função representativa dos dados dessa partição atual, com exclusão do sinal;
- comparação do valor calculado a um valor predeterminado do sinal;
- em função do resultado da comparação, modificação ou não de pelo menos um dos dados da partição atual;
- em caso de modificação, codificação de pelo menos um dado modificado.

[019] Essa disposição permite aplicar vantajosamente a técnica de dissimulação de dados aos sinais dos dados de uma divisão a codificar. Um sinal é, com

efeito, uma informação particularmente pertinente a ocultar em razão do fato de a probabilidade de aparecimento de um sinal positivo ou negativo é equiprovável. Dessa forma, considerando-se que um sinal é codificado necessariamente sobre um bit, é assim possível, ocultando essa informação, economizar um bit no sinal a transmitir ao decodificador, o que reduz sensivelmente o custo de sinalização.

[020] Convém anotar que dentre as informações (sinal, amplitude, etc...) associadas a um dado de imagem, existe aí muito poucas que sejam equiprováveis. O sinal sendo uma informação equiprovável há, portanto, um interesse específico a ocultar esse tipo de informação, o que permite aumentar os desempenhos de compactação.

[021] Em um modo de realização particular, no caso em que uma pluralidade de sinais é considerada no curso da etapa de comparação pré-citada, esta última consiste em comparar o valor calculado de uma função representativa dos dados da partição atual ao valor de uma função representativa da pluralidade de sinais.

[022] Essa disposição permite otimizar os desempenhos de compactação do codificador aritmético, otimizando a redução do custo de sinalização, já que ela permite ocultar vários sinais no sinal a transmitir ao decodificador.

[023] Correlativamente, a invenção se refere a um dispositivo de codificação de pelo menos uma imagem recortada em partições, uma partição atual a codificar contendo dados dos quais para pelo menos um dado é atribuído um sinal.

[024] Esse dispositivo de codificação é notável pelo fato de compreender meios de processamento que, para a partição atual a codificar, estão aptas a:

- calcular o valor de uma função representativa dos dados da partição atual com exclusão do sinal;
- comparar o valor calculado a um valor predeterminado do sinal;
- modificar ou não pelo menos um dos dados da partição atual em função do resultado da comparação;

e pelo fato de compreender meios de codificação de pelo menos um dado modificado, em caso de modificação pelos meios de processamento.

[025] De forma correspondente, a invenção se refere também a um processo de decodificação de um sinal de dados representativo de pelo menos uma imagem recortada em partições que foi anteriormente codificada, uma partição atual a decodificar contendo dados, dos quais para pelo menos um dado é atribuído um sinal.

[026] Esse processo de decodificação é notável pelo fato de compreender, para a parte atual, as seguintes etapas:

- decodificação dos dados da partição atual, com exclusão do sinal;
- cálculo do valor de uma função representativa dos dados decodificados da partição atual;
- obtenção, a partir do valor calculado, do vapor do sinal.

[027] Em um modo de realização particular, uma pluralidade de valores associados respectivamente a uma pluralidade de sinais é obtida a partir do valor calculado.

[028] Correlativamente, a invenção se refere a um dispositivo de decodificação de um sinal de dados representativo de pelo menos uma imagem recortada em partições que foi anteriormente codificada, uma partição atual a decodificar contendo dados, dos quais para pelo menos um dado é atribuído um sinal.

[029] Esse dispositivo de decodificação é notável pelo fato de compreender meios de processamento que, para a partição atual a decodificar, estão aptos a:

- decodificar os dados da partição atual, com exclusão do sinal;
- calcular o valor de uma função representativa dos dados decodificados da partição atual;
- obter, a partir do valor calculado, o valor do sinal.

[030] A invenção visa também a um programa de computador que comporta

instruções para a execução das etapas do processo de codificação ou de decodificação acima, quando o programa é executado por um computador.

[031] Esse programa pode utilizar qualquer linguagem de programação, e estar sob a forma de código fonte, código objeto, ou código intermediário entre código fonte e código objeto, tal como em uma forma parcialmente compilada, ou em qualquer outra forma desejável.

[032] Ainda um outro objeto da invenção visa também um suporte de registro legível por um computador, e comportando instruções de programa de computador, tal como mencionado acima.

[033] O suporte de registro pode ser qualquer entidade ou dispositivo capaz de armazenar o programa. Por exemplo, esse suporte pode comportar um meio de armazenagem, tal como ROM, por exemplo, um CD ROM ou uma ROM de circuito microeletrônico, ou ainda um meio de registro magnético, por exemplo, um disquete (floppy disc) ou um disco rígido.

[034] Por outro lado, esse suporte de registro pode ser um suporte transmissível, tal como um sinal elétrico ou óptico, que pode ser encaminhado via um cabo elétrico ou óptico, por rádio ou por outros meios. O programa, de acordo com a invenção, pode ser, em particular, telecarregado sobre uma rede de tipo Internet.

[035] Alternativamente, esse suporte de registro pode ser um circuito integrado no qual o programa é incorporado, o circuito sendo adaptado para executar o processo em questão ou para ser utilizado na execução deste.

[036] O dispositivo de codificação, o processo de decodificação, o dispositivo de decodificação e os programas de computador pré-citados apresentam, pelo menos, as mesmas vantagens que aqueles conferidos pelo processo de codificação, segundo a presente invenção.

#### Breve Descrição dos Desenhos

[037] Outras características e vantagens aparecerão com a leitura de dois

modos de realização preferidos descritos com referência às figuras, nas quais:

- a figura 1 representa as etapas gerais do processo de codificação, de acordo com a invenção;
- a figura 2 representa um dispositivo de codificação, de acordo com a invenção, que está apto a efetuar as etapas do processo de codificação da figura 1;
- a figura 3 representa um modo de realização particular do processo de codificação, de acordo com a invenção;
- a figura 4 representa um modo de realização particular de um dispositivo de codificação, de acordo com a invenção;
- a figura 5 representa as etapas gerais do processo de decodificação, de acordo com a invenção;
- a figura 6 representa um dispositivo de decodificação, de acordo com a invenção, que está apto a efetuar as etapas do processo de decodificação da figura 5;
- a figura 7 representa um modo de realização particular do processo de decodificação, de acordo com a invenção;
- a figura 8 representa um modo de realização particular de um dispositivo de decodificação, de acordo com a invenção.

#### Descrição detalhada da parte de codificação

[038] Um modo de realização geral da invenção vai a seguir ser descrito, no qual o processo de codificação, de acordo com a invenção, é utilizado para codificar uma sequência de imagens segundo um fluxo binário próximo daquele que se obtém por uma codificação, segundo a norma H.264/MPEG-4 AVC. Nesse modo de realização, o processo de codificação, de acordo com a invenção, é, por exemplo, implementado de maneira de programas ou material por modificações de um codificador inicialmente de acordo com a norma H.264/MPEG-4 AVC.

[039] O processo de codificação, de acordo com a invenção, está representado sob a forma de um algoritmo comportando etapas S1 a S40, representadas na

figura 1.

[040] De acordo com o modo de realização da invenção, o processo de codificação, segundo a invenção, é implementado em um dispositivo de codificação ou codificador CO, do qual um modo de realização está representado na figura 2.

[041] De acordo com a invenção, é feito, previamente à codificação propriamente dito, em um recorte de uma imagem IE de uma sequência de imagens a codificar em uma ordem predeterminada, em uma pluralidade Z de partições  $B_1, B_2, \dots, B_i, \dots, B_z$ , conforme representado na figura 2.

[042] Convém anotar que, no sentido da invenção, o termo "divisão" significa unidade de codificação (do inglês "coding unit"). Esta última terminologia é notadamente utilizada na norma HEVC/H.265 em curso de elaboração, por exemplo, no documento acessível ao seguinte endereço Internet:

[http://phenix.int-evry.fr/jct/doc\\_end\\_user/current\\_document.php?id=3286](http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/current_document.php?id=3286)

[043] Em particular, essa unidade de codificação agrupa conjuntos de pixels de forma retangular ou quadrada, ainda denominados blocos, macroblocos, ou muitos conjuntos de pixels que apresentam outras formas geométricas.

[044] No exemplo representado na figura 2, essas partições são blocos que têm uma forma quadrada e têm todos o mesmo tamanho. Em função do tamanho da imagem que não é forçosamente um múltiplo do tamanho dos blocos, os últimos blocos à esquerda e os últimos blocos embaixo podem não ser quadrados. Em um modo alternado de realização, os blocos podem ser, por exemplo, de tamanho retangular e/ou não alinhados uns com os outros.

[045] Cada bloco ou macrobloco pode, por outro lado, ser ele próprio dividido em sub-blocos que são eles próprios subdivisíveis.

[046] Esse recorte é efetuado por um módulo PCO de divisão representado na figura 2 que utiliza, por exemplo, um algoritmo de divisão bem conhecido como tal.

[047] Na sequência dessa etapa de recorte, procede-se à codificação de cada uma das partições atuais  $B_i$  ( $i$  sendo um inteiro tal como  $1 \leq i \leq Z$ ) dessa imagem IE.

[048] No exemplo representado na figura 2, essa codificação é aplicada sucessivamente a cada um dos blocos  $B_1$  a  $B_z$  da imagem corrente IE. Os blocos são codificados segundo, por exemplo, um percurso tal como o percurso "raster scan" bem conhecido do técnico.

[049] A codificação, de acordo com a invenção, é utilizada em um módulo de programa de codificação MC\_CO do codificador CO, tal como representado na figura 2.

[050] No decorrer de uma etapa S1 representada na figura 1, o módulo de codificação MC\_CO da figura 2 seleciona como bloco corrente  $B_i$  o primeiro bloco  $B_1$  a codificar a imagem corrente IE. Conforme representado na figura 2, trata-se do primeiro bloco de esquerda da imagem IE.

[051] No decorrer de uma etapa S2 representada na figura 1, procede-se à extração de dados do bloco corrente  $B_1$  sob a forma de uma lista  $D_1 = (a_1, a_2, \dots, a_P)$ . Essa extração é efetuada por um módulo de programa de EX\_CO, tal como representado na figura 2. Esses dados são, por exemplo, dados pixélidos, os dados pixélidos não nulos sendo atribuídos, cada um, com um sinal positivo, ou com um sinal negativo.

[052] Cada um dos dados da lista  $D_1$  é associado a diferentes informações numéricas que são destinadas a sofrer uma codificação entrópica. Essas informações numéricas são descritas abaixo a título de exemplo:

- para cada dado situado antes do último dado não nulo da lista  $D_1$ , uma informação numérica, tal como um bit, é destinada a ser codificada entropicamente para indicar se o dado é nulo ou não: se o dado for nulo, é, por exemplo, o bit de valor 0 que será codificado, enquanto se o dado não nulo, é o bit de valor 01 que

será codificado;

- para cada dado não nulo, uma informação numérica, tal como um bit, é destinada a ser codificada entropicamente para indicar se o valor absoluto do dado é igual a um ou não: se ele for igual a 1, é, por exemplo, o bit de valor 1 que será codificado, enquanto se ele for igual a 0, será o bit de valor 0 que será codificado;

- para cada dado não nulo, cujo valor absoluto é não igual a um e que fica situado antes do último dado não nulo, uma informação de amplitude é codificado entropicamente;

- para cada dado não nulo, o sinal que lhe é atribuído é codificado por uma informação numérica, tal como um bit, por exemplo, colocado em "0" (para o sinal +) ou a "1" (para o sinal -).

[053] A seguir vão ser descritas, com referência à figura 1, as etapas específicas de codificação, de acordo com a invenção.

[054] De acordo com a invenção, é decidido evitar codificar entropicamente pelo menos um sinal de um desses dados da lista D<sub>1</sub>.

[055] De acordo com o modo de realização preferido, é o sinal do primeiro dado não nulo que é destinado a ser oculto. Esse sinal é, por exemplo, positivo e atribuído ao primeiro dado não nulo, tal como, por exemplo, o dado a<sub>2</sub>.

[056] No decorrer de uma etapa S3 representada na figura 1, o módulo de processamento MTR\_CO calcula o valor de uma função f que é representativa dos dados da lista D<sub>1</sub>.

[057] No modo preferido de realização no qual um único sinal é destinado a ser oculto no sinal a transmitir ao decodificador, a função f é a parte da soma dos dados da lista D<sub>1</sub>.

[058] No decorrer da etapa S4 representada na figura 1, o módulo de processamento MTR\_CO verifica se a paridade do valor do sinal a ocultar corresponde à paridade da soma dos dados da lista D<sub>1</sub>, em virtude de uma convenção definida

previamente ao codificador CO.

[059] No exemplo proposto, essa convenção é tal que um sinal positivo é associado a um bit de valor igual a zero, enquanto um sinal negativo é associado a um bit de valor igual a um.

[060] Se, a partir da convenção adotada no codificador CO, segundo a invenção, o sinal for positivo, o que corresponderá a um valor de bit de codificação em zero, e que a soma dos dados da lista  $D_1$  seja par, proceder-se-á a uma etapa S20 de codificação entrópica dos dados da lista  $D_1$  pré-citada, com exceção do sinal do primeiro dado não nulo  $a_2$ . Essa etapa S20 está representada na figura 1.

[061] Se, sempre a partir da convenção adotada no codificador CO, segundo a invenção, o sinal for negativo, o que corresponderá a um valor de bit de codificação em um, e que a soma dos dados da lista  $D_1$  for ímpar, proceder-se-á também à etapa S20 de codificação entrópica dos dados da lista  $D_1$  pré-citada, com exceção do sinal do primeiro dado não nulo  $a_2$ .

[062] Se, a partir da convenção adotada no codificador CO, de acordo com a invenção, o sinal for positivo, o que corresponderá a um valor de bit de codificação em zero, e a soma dos dados da lista  $D_1$  for ímpar, proceder-se-á, no decorrer de uma etapa S5 representada na figura 1, a uma modificação de pelo menos um dado modificável da lista  $D_1$ .

[063] Se, sempre após a convenção adotada no codificador CO, de acordo com a invenção, o sinal for negativo, o que corresponderá a um valor de bit de codificação a um, e a soma dos da lista  $D_1$  for par, proceder-se-á à etapa S5 de modificação de pelo menos um dado modificável da lista  $D_1$ .

[064] De acordo com a invenção, um dado será modificável, se a modificação de seu valor não provocar dessincronização no decodificador, uma vez que esse dado modificado será processado pelo decodificador. Assim, o módulo de processamento MTR\_CO é configurado inicialmente para não modificar:

- o(s) dado(s) nulo(s) situado(s) antes do primeiro dado não nulo, de forma que o decodificador não afetará o valor do sinal oculto nesse(s) dado(s) nulo(s); e
- por razões de complexidade de cálculo, o(s) dado(s) nulo(s) situado(s) após o último dado não nulo.

[065] Essa operação de modificação é feita pelo módulo de processamento MTR\_CO da figura 2.

[066] No exemplo de realização proposto, supõe-se que a soma total dos dados da lista  $D_1$  seja igual a 5, e, portanto, ímpar. A fim de que o decodificador possa reconstruir o sinal positivo atribuído ao primeiro dado não nulo  $a_2$ , sem que o codificador CO não tenha a transmitir esse dado ao codificador, será preciso que a paridade da soma se torne par. Em consequência, o módulo de processamento MTR\_CO testa, no decorrer dessa etapa S5, diferentes modificações de dados da lista  $D_1$ , visando todas a mudar a paridade da soma dos dados. No modo preferido de realização, procede-se ao acréscimo de +1 ou -1 a cada dado modificável e à seleção, segundo um critério predeterminado, de uma modificação dentre todas aquelas que são realizadas.

[067] Será então obtida, no final da etapa S5, uma lista modificada  $D_{m1} = (a'_1, a'_2, \dots, a'_p)$ .

[068] Convém anotar que, no decorrer dessa etapa, determinadas modificações são proibidas. Assim, no caso em que o primeiro dado não nulo valesse +1, não seria possível acrescentar-lhe -1, pois ele tornar-se-ia nulo, e ele perderia então sua característica de primeiro dado não nulo da lista  $D_1$ . O decodificador atribuiria então, posteriormente, o sinal decodificado (por cálculo da paridade da soma dos dados) em um outro dado, e não haveria então um erro de decodificação.

[069] Em seguida, procede-se à etapa S20 de codificação entrópica dos dados da lista  $D_{m1}$  pré-citada, com exceção do sinal positivo do primeiro dado não nulo  $a_2$ , sinal esse que é oculto na paridade da soma dos dados.

[070] Convém anotar que o conjunto das amplitudes dos dados da lista  $D_1$  ou da lista modificada  $D_{m1}$  é codificado, antes do conjunto dos sinais, com exclusão do sinal do primeiro dado não nulo que não é codificado conforme foi explicado acima.

[071] No decorrer de uma etapa seguinte S30 representada na figura 1, o módulo de codificação MC\_CO da figura 2 testa se o bloco corrente codificado é o último bloco da imagem IE.

[072] Se o bloco corrente for o último bloco da imagem IE, no decorrer de uma etapa S40 representada na figura 1, será colocado fim ao processo de codificação.

[073] Se esse não for o caso, proceder-se-á à seleção do bloco seguinte  $B_i$  que será então codificado conforme a ordem de percurso *raster scan* pré-citado, por iteração das etapas S1 a S20, para  $1 \leq i \leq Z$ .

[074] Uma vez realizada a codificação entrópica de todos os blocos  $B_1$  a  $B_z$ , procede-se à construção de um sinal F que representa, sob a forma binária, esses blocos codificados.

[075] A construção do sinal binário F é utilizada em um módulo de programa CF de construção de fluxo, tal como representado na figura 2.

[076] O fluxo F é, em seguida, transmitido por uma rede de comunicação (não representada) a um terminal distante. Este comporta um decodificador que será descrito mais em detalhes na sequência da descrição.

[077] A seguir vai ser descrito, principalmente com referência à figura 1, um outro modo de realização da invenção.

[078] Esse outro modo de realização se distingue do precedente unicamente pelo número de sinais a ocultar que é N, N sendo um inteiro tal como  $N \geq 2$ .

[079] Para isso, a função f é o resto módulo  $2N$  da soma dos dados da lista  $D_1$ . Supõe-se que, no exemplo proposto  $N=2$ , os dois sinais a ocultar sendo os dois

primeiros sinais dos dois primeiros dados não nulos da lista D<sub>1</sub>., por exemplo a<sub>2</sub>, e a<sub>3</sub>.

[080] No decorrer da etapa S4 representada na figura 1, o módulo de processamento MTR\_CO verifica se a configuração dos N sinais, seja 2<sup>N</sup> configurações possíveis, corresponde ao valor do resto módulo 2<sup>N</sup> da soma dos dados da lista D<sub>1</sub>.

[081] No exemplo proposto no qual N=2, existem 2<sup>2</sup>=4 configurações de sinais diferentes.

[082] Essas quatro configurações obedecem a uma convenção no codificador CO, a qual é, por exemplo, determinada da seguinte forma:

- um resto igual a zero corresponde a dois sinais positivos consecutivos:+, +;
- um resto igual a um corresponde a um sinal positivo e um sinal negativo consecutivos:+, -;
- um resto igual a dois corresponde a um sinal negativo e a um sinal positivo consecutivos: -, +;
- um resto igual a três corresponde a dois sinais negativos consecutivos:-, -.

[083] Se a configuração dos N sinais corresponder ao valor do resto módulo 2<sup>N</sup> da soma dos dados da lista D<sub>1</sub>, proceder-se-á à etapa S20 de codificação entrópica dos dados da lista D<sub>1</sub> pré-citada, com exceção do sinal respectivo dos dois primeiros dados não nulos a<sub>2</sub> e a<sub>3</sub>, sinais esses que são ocultos na paridade da soma do módulo 2<sup>N</sup> dos dados da lista D<sub>1</sub>.

[084] Se esse não for o caso, procede-se à etapa S5 de modificação de pelo menos um dado modificável da lista D<sub>1</sub>. Essa modificação é feita pelo módulo de processamento MTR\_CO da figura 2, de tal maneira que o resto módulo 2<sup>N</sup> da soma dos dados modificáveis da lista D<sub>1</sub> atinja o valor de cada um dos dois sinais a ocultar.

[085] Uma lista modificada D<sub>m1</sub> = (a'<sub>1</sub>, a'<sub>2</sub>,..., a'<sub>p</sub>) é, então, obtida.

[086] Procede-se em seguida à etapa S20 de codificação entrópica dos da-

dos da lista  $D_{m1}$  pré-citada, com exceção do sinal do primeiro dado não nulo  $a_2$  e do sinal do segundo dado não nulo  $a_3$ , sinais esses que são ocultos na paridade da soma módulo  $2^N$  dos dados.

[087] Um modo de realização particular da invenção vai a seguir ser descrito, no qual o processo de codificação, de acordo com a invenção, é sempre utilizado para codificar uma sequência de imagens, segundo um fluxo binário próximo daquele que se obtém por uma codificação, segundo a norma H.264/MPEG-4 AVC. Nesse modo de realização, o processo de codificação, de acordo com a invenção, é, por exemplo, implementado de maneira de programa ou material por modificações de um codificador inicialmente de acordo com a norma H.264/MPEG-4 AVC.

[088] O processo de codificação, segundo a invenção, está representado sob a forma de um algoritmo, comportando etapas C1 a C40, tais como representadas na figura 3.

[089] De acordo com o modo de realização da invenção, o processo de codificação é implementado em um dispositivo de codificação ou codificador CO1, do qual um modo de realização está representado na figura 4.

[090] De acordo com a invenção, e conforme descrito nos exemplos precedentes, procede-se, previamente à codificação propriamente dita, a um recorte de uma imagem IE de uma sequência de imagens a codificar em uma ordem predeterminada, em uma pluralidade Z de partições  $B'_1, B'_2, \dots, B'_i, \dots, B'_Z$ , conforme representado na figura 4.

[091] No exemplo representado na figura 4, essas partições são blocos que têm uma forma quadrada e têm todos o mesmo tamanho. Em função do tamanho da imagem que não é forçosamente um múltiplo do tamanho dos blocos, os últimos blocos à esquerda e os últimos blocos embaixo podem não ser quadrados. Em um modo alternativo de realização, os blocos podem ser, por exemplo, de tamanho retangular e/ou não alinhados uns com os outros.

[092] Cada bloco ou macrobloco pode, por outro lado, ser ele próprio dividido em sub-blocos que são eles próprios subdivisíveis.

[093] Esse recorte é efetuado por um módulo de programa PCO1 de divisão representado na figura 4 que é idêntico ao módulo de divisão PCO representado na figura 2.

[094] Na sequência dessa etapa de recorte, procede-se à codificação de cada uma das partições atuais  $B'_i$  ( $i$  sendo um inteiro tal que  $1 \leq i \leq Z$ ) dessa imagem IE.

[095] No exemplo representado na figura 4, essa codificação é aplicada sucessivamente a cada um dos blocos  $B'_i$  a  $B'_z$  da imagem corrente IE. Os blocos são codificados segundo um percurso tal como, por exemplo, o percurso "*raster scan*" bem conhecido do técnico.

[096] A codificação, de acordo com a invenção, é utilizada em um módulo de programa de codificação MC\_CO1 sdo codificador CO1, tal como representado na figura 4.

[097] No decorrer de uma etapa C1 representada na figura 3, o módulo de codificação MC\_CO1 da figura 4 seleciona como bloco corrente  $B'_1$  o primeiro bloco  $B'_1$  a codificar da imagem corrente IE.

[098] No decorrer de uma etapa C2 representada na figura 3, procede-se à codificação preditivo do bloco corrente  $B'_1$  por técnicas conhecidas de intra predição e/ou inter, no decorrer do qual o bloco  $B'_1$  é pré-dito em relação a pelo menos um bloco anteriormente codificado e decodificado. Essa predição é realizada por um módulo de programa PRED\_CO1, tal como representado na figura 4.

[099] É evidente que outros modos de intra predição, tais como propostos na norma H.264 são possíveis.

[0100] O bloco corrente  $B'_1$  pode ser também submetido a uma codificação preditiva em modo inter, no decorrer do qual o bloco corrente é predito em relação a

um bloco oriundo de uma imagem anteriormente codificada e decodificada. Outros tipos de predição são naturalmente consideráveis. Dentre as predições possíveis para um bloco corrente, a predição ótima é escolhida segundo um critério fluxo distorção bem conhecido do técnico.

[0101] Essa etapa de codificação preditiva pré-citada permite construir um bloco pré-dito  $B'p_1$  que é uma aproximação do bloco corrente  $B'_1$ . As informações relativas a essa codificação preditiva são destinadas a serem inscritas em um sinal a transmitir ao decodificador. Essas informações compreendem notadamente o tipo de predição (inter ou intra) e, se for o caso, o modo de intra predição, o tipo de divisão de um bloco ou macrobloco se este tiver sido subdividido, o índice de imagem de referência e o vetor de deslocamento utilizados no modo de inter predição. Essas informações são comprimidas pelo codificador CO1.

[0102] No decorrer de uma etapa seguinte C3 representada na figura 3, o módulo de predição PRED\_CO1 compara os dados relativos ao bloco corrente  $B'_1$  aos dados do bloco pré-dito  $B'p_1$ . Mais precisamente, no decorrer dessa etapa, procede-se classicamente à subtração do bloco pré-dito  $B'p_1$  do bloco corrente  $B'_1$  para produzir um bloco resíduo  $B'r_1$ .

[0103] No decorrer de uma etapa seguinte C4, representada na figura 3, procede-se à transformação do bloco resíduo  $B'r_1$ , segundo uma operação clássica de transformação direta, tal como, por exemplo, uma transformação em cossenos discretos de tipo DCT, para produzir um bloco transformado  $B't_1$ . Essa operação é realizada por um módulo de programa MT\_CO1 de transformada, tal como representado na figura 4.

[0104] No decorrer de uma etapa seguinte C5, representada na figura 3, procede-se à quantificação do bloco transformado  $B't_1$ , segundo uma operação clássica de quantificação, tal como, por exemplo, uma quantificação escalar. Um bloco  $B'q_1$  de coeficientes quantificados é então retido. Essa etapa é efetuada por meio de

um módulo de programa de quantificação MQ\_CO1, tal como representado na figura 4.

[0105] No decorrer de uma etapa seguinte C6, representada na figura 3, procede-se a um percurso, em uma ordem predefinida, dos coeficientes quantificados do bloco B'q1. No exemplo representado, trata-se de um percurso em zigue-zague clássico. Essa etapa é efetuada por um módulo de programa de leitura ML\_CO1, tal como representado na figura 4. Ao final da etapa C6, uma lista monodimensional  $E_1=(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_L)$  de coeficientes é obtida, mais conhecida sob a denominação "resíduo quantificado", na qual L é um inteiro superior ou igual a 1. Cada um dos coeficientes da lista  $E_1$  é associado a diferentes informações numéricas que são destinadas a sofrer uma codificação entrópica. Essas informações numéricas são descritas abaixo a título de exemplo.

[0106] Suponhamos que, no exemplo representado, L=16 e que a lista  $E_1$  contenha os seguintes dezesseis coeficientes:  $E_1 = (0, +9, -7, 0, 0, +1, -, -1, +2, 0, 0, +1, 0, 0, 0, 0, 0)$ .

[0107] Na espécie:

- para cada coeficiente situado antes do último coeficiente não nulo da lista  $E_1$ , uma informação numérica, tal como um bit, é destinada a ser codificada entropicamente para indicar se o coeficiente é nulo ou não: se o coeficiente for nulo, será, por exemplo, o bit de valor 0 que será codificado, enquanto se o coeficiente for não nulo, é o bit de valor 1 que será codificado;

- para cada coeficiente não nulo +9, -7, +1, -1, +2, +1, uma informação numérica, tal como um bit, é destinada a ser codificada entropicamente para indicar se o valor absoluto do coeficiente é igual a um ou não: se ele for igual a 1, será, por exemplo, o bit de valor 1 que será codificado, enquanto que se ele for igual a 0, será, por exemplo o bit de valor 1 que será codificado, enquanto que se for igual a 0, será o bit de valor 0 que será codificado;

- para cada coeficiente não nulo e cujo valor absoluto é não igual a um e situado antes do último coeficiente não nulo, tais os coeficientes de valor +9, -7, +2, uma informação de amplitude (valor absoluto do coeficiente ao qual é suprimido o valor dois) é codificada entropicamente;

- para cada coeficiente não nulo, o sinal que lhe é atribuído é codificado por uma informação numérica, tal como um bit, por exemplo, colocado em "0" (para o sinal +) ou em "1" (para o sinal -).

[0108] Vão ser descritas, com referência à figura 3, as etapas específicas de codificação, de acordo com a invenção.

[0109] De acordo com a invenção, é decidido evitar codificar entropicamente pelo menos uma das informações numéricas pré-citadas, a qual é pelo menos um sinal de um desses coeficientes da lista E<sub>1</sub>.

[0110] Para isso, no decorrer de uma etapa C7 representada na figura 3, procede-se à escolha do número de sinais a ocultar no decorrer da etapa posterior de codificação entrópica. Essa etapa é realizada por um módulo de programa de processamento MTR\_CO1, tal como representado na figura 4.

[0111] No modo preferido de realização, o número de sinais a ocultar é um ou zero. Além disso, conforme esse modo de realização preferido, é o sinal do primeiro coeficiente não nulo que é destinado a ser oculto. No exemplo representado, trata-se, portanto, de ocultar o sinal do coeficiente ε<sub>2</sub> = +9.

[0112] Em um modo de realização alternativo, o número de sinais a ocultar é seja zero, seja um, seja dois, seja três, seja mais.

[0113] De acordo com o modo de realização preferido da etapa C7, procede-se, no decorrer de uma primeira subetapa C71 representada na figura 3, à determinação, a partir dessa lista E<sub>1</sub>, de uma sublistas SE<sub>1</sub> contendo coeficientes aptos a serem modificados ε'1, ε'2, ..., ε'M na qual M < L. Esses coeficientes serão denominados coeficientes modificáveis na sequência da descrição.

[0114] De acordo com a invenção, um coeficiente será modificável, caso a modificação de seu valor quantificado não provoque dessincronização no decodificador, uma vez que esse coeficiente modificado é processado pelo decodificador. Assim, o módulo de processamento MTR\_CO1 é configurado inicialmente para não modificar:

- o(s) coeficiente(s) nulo(s) situado(s) antes do primeiro coeficiente não nulo, de forma que o decodificador não atinja o valor do sinal oculto a esse(s) coeficiente(s) nulo(s); e
- por razões de complexidade de cálculo o(s) coeficiente(s) nulo(s) situado(s), após o último coeficiente não nulo.

[0115] No exemplo representado, no final da subetapa C71, a sublista SE<sub>1</sub> obtida é tal que SE<sub>1</sub>= (9, -7, 0, 0, 1, 0, -1, 2, 0, 0, 1). Em consequência, onze coeficientes modificáveis são obtidos.

[0116] No decorrer de uma subetapa seguinte C72 representada na figura 3, o módulo de processamento MTR\_CO1 procede à comparação do número de coeficientes modificáveis com um limite predeterminado TSIG. No modo preferido de realização, TSIG vale 4.

[0117] Se o número de coeficientes modificáveis for inferior ao limite TSIG, proceder-se-á, no decorrer de uma etapa C20 representada na figura 3, a uma codificação entrópica clássica dos coeficientes da lista E<sub>1</sub>, tal como aquela realizada, por exemplo, em um codificador CABAC, designado pela referência CE\_CO1 na figura 4. Para isso, o sinal de cada coeficiente não nulo da lista E<sub>1</sub> é codificado entropicamente.

[0118] Se o número de coeficientes modificáveis for superior ao limite TSIG, no decorrer de uma etapa C8 representada na figura 3, o módulo de processamento MTR\_CO1 calculará o valor de uma função f que é representativa dos coeficientes da sublista SE<sub>1</sub>.

[0119] No modo preferido de realização no qual um único sinal é destinado a ser oculto no sinal a transmitir ao decodificador, a função  $f$  é a paridade da soma dos coeficientes da sublista  $SE_1$ ..

[0120] No decorrer de uma etapa C9 representada na figura 3, o módulo de processamento MTR\_CO1 verifica se a paridade do valor do sinal a ocultar corresponde à paridade da soma dos coeficientes da sublista  $SE_1$ , em virtude de uma convenção definida previamente no decodificador CO1.

[0121] No exemplo proposto, essa convenção é tal que um sinal positivo é associado a um bit de valor igual a zero, enquanto um sinal negativo é associado a um bit de valor igual a um.

[0122] Se, a partir da convenção adotada no codificador CO1, de acordo com a invenção, o sinal for positivo, o que corresponderá a um valor de bit de codificação em zero, e se a soma dos coeficientes da sublista  $SE_1$  for par, proceder-se-á à etapa C20 de codificação entrópica dos coeficientes da lista  $E_1$  pré-citada, com exceção do sinal do coeficiente  $\varepsilon_2$ .

[0123] Se, sempre a partir da convenção adotada no codificador CO1, segundo a invenção, o sinal for negativo, o que corresponderá a um valor de bit de codificação em um, e a soma dos coeficientes da sublista  $SE_1$  for par, proceder-se-á à etapa C20 de codificação entrópica dos coeficientes da lista  $E_1$  pré-citada, com exceção do sinal do coeficiente  $\varepsilon_2$ .

[0124] Se, sempre a partir da convenção adotada no codificação CO1, segundo a invenção, o sinal for negativo, o que corresponderá a um valor de bit de codificação em um, e a soma dos coeficientes da sublista  $SE_1$  for ímpar, proceder-se-á à etapa C20 de codificação entrópica dos coeficientes da lista  $E_1$  pré-citada, com exceção do sinal do coeficiente  $\varepsilon_2$ .

[0125] Se, a partir da convenção adotada no codificador CO1, segundo a invenção, o sinal for positivo, o que corresponderá a um valor de bit de codificação

em zero, e a soma dos coeficientes da sublista  $SE_1$  for ímpar, proceder-se-á, no decorrer de uma etapa C10, representada na figura 3, a uma modificação de pelo menos um coeficiente modificável da sublista  $SE_1$ .

[0126] Se, sempre a partir da convenção adotada na codificação CO1, segundo a invenção, o sinal for negativo, o que corresponderá a um valor de bit de codificação em um, e a soma dos coeficientes da sublista  $SE_1$  for par, proceder-se-á à etapa C10 de modificação de pelo menos um coeficiente modificável da sublista  $SE_1$ .

[0127] Essa operação de modificação é realizada pelo módulo de processamento MTR\_CO1 da figura 4.

[0128] No exemplo de realização no qual  $D_1 = (+9, -7, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1)$ , a soma total dos coeficientes é igual a 5, e, portanto, ímpar. A fim de que o decodificador possa reconstruir o sinal positivo atribuído ao primeiro coeficiente não nulo,  $\epsilon_2 = +9$ , sem que o codificador CO1 tenha de transmitir esse coeficiente ao decodificador, é preciso que a paridade da soma se torne par. Em consequência, o módulo de processamento MTR\_CO1 testa, no decorrer dessa etapa C10, diferentes modificações de coeficientes da sublista  $SE_1$ , visando todas a mudar a paridade da soma dos coeficientes. No modo preferido de realização, procede-se ao acréscimo de +1 ou -1 a cada coeficiente modificável e à seleção de uma modificação dentre todas aquelas que são efetuadas.

[0129] No modo preferido de realização, essa seleção constitui a predição ótima segundo um critério de desempenho que é, por exemplo, o critério fluxo distorção bem conhecido do técnico. Esse critério se expressa pela equação (1) abaixo:

$$J = D + \lambda R \text{ na qual}$$

[0130]  $D$  representa a distorção entre o macrobloco original e o macrobloco reconstruído,  $R$  representa o custo em bits da codificação das informações de codificação e  $\lambda$  representa um multiplicador de Lagrange, cujo valor pode ser fixado previamente à codificação.

[0131] No exemplo proposto, a modificação que acarreta uma predição ótima, segundo o critério fluxo – distorção pré-citado é o acréscimo do valor 1 no segundo coeficiente -7 da sublista SE<sub>1</sub>.

[0132] É então obtida, no final da etapa C10, uma sublista modificada SEm<sub>1</sub> = (+9, +6, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1).

[0133] Convém anotar que, no decorrer dessa etapa, determinadas modificações são proibidas. Assim, no caso em que o primeiro coeficiente não nulo ε<sub>2</sub> teria valido +1, não teria sido possível lhe acrescentar -1, pois seria tornado nulo, e teria então perdido sua característica de primeiro coeficiente não nulo da lista E<sub>1</sub>. O decodificador teria então atribuído posteriormente o sinal decodificado (por cálculo da paridade da soma dos coeficientes) a um outro coeficiente, e haveria então tido um erro de decodificação.

[0134] No decorrer de uma etapa C11, representada na figura 3, o módulo de processamento MTR\_CO1 procede a uma modificação correspondente da lista E<sub>1</sub>. A lista modificada seguinte Em<sub>1</sub>=(0, +9, -6, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1, 0, 0, 0, 0) é então obtida.

[0135] Em seguida, procede-se à etapa C20 de codificação entrópica dos coeficientes da lista Em<sub>1</sub> pré-citada, com exceção do sinal do coeficiente ε<sub>2</sub>, que é o sinal + do coeficiente 9 no exemplo proposto, sinal esse que é oculto na parte da soma dos coeficientes.

[0136] Convém anotar que o conjunto das amplitudes dos coeficientes da lista D<sub>1</sub> ou da lista modificada D<sub>1</sub> é codificado antes do conjunto dos sinais, com exclusão do sinal do primeiro coeficiente não nulo ε<sub>2</sub> que não é codificado, conforme foi explicado acima.

[0137] No decorrer de uma etapa seguinte C30, representada na figura 3, o módulo de codificação MC\_CO1 da figura 4 testa se o bloco corrente codificado é o último bloco da imagem IE.

[0138] Se o bloco corrente for o último bloco da imagem IE, no decorrer de uma etapa C40 representada na figura 3, será colocado fim ao processo de codificação.

[0139] Se esse não for o caso, proceder-se-á à seleção do bloco seguinte  $B'_1$ , que é então codificado de acordo com a ordem de percurso *raster scan* pré-citado, por iteração das etapas C1 a C20, para  $1 \leq i \leq Z$ .

[0140] Uma vez realizada a codificação entrópica de todos os blocos  $B'_1$  a  $B'_z$ , proceder-se-á à construção de um sinal  $F'$ , representando, sob a forma binária, esses blocos codificados.

[0141] A construção do sinal binário  $F'$  é utilizada em um módulo de programa CF1 de construção de fluxo, tal como representado na figura 4.

[0142] O fluxo  $F'$  é, em seguida, transmitido por uma rede de comunicação (não representada) a um terminal distante. Este comporta um decodificador que será descrito mais em detalhes na sequência da descrição.

[0143] A seguir vai ser descrito, principalmente com referência à figura 3, um outro modo de realização da invenção.

[0144] Esse outro modo de realização se distingue do precedente unicamente pelo número de coeficientes a ocultar que é seja, seja  $N$ ,  $N$  sendo um inteiro tal como  $N \geq 2$ .

[0145] Para isso, a subetapa de comparação C72 pré-citada é substituída pela subetapa C72a representada em pontilhado na figura 3, no decorrer da qual se procede à comparação do número de coeficientes modificáveis com vários limites predeterminados  $0 < TSIG\_1 < TSIG2 < TSIG\_3 \dots$ , de tal forma que se o número de coeficientes modificáveis estiver compreendido entre  $TSIG\_N$  e  $TSIG\_N+1$ ,  $N$  sinais são destinados a serem ocultos.

[0146] Se o número de coeficientes modificáveis for inferior ao primeiro limite  $TSIG\_1$ , proceder-se-á no decorrer da etapa C20 pré-citada, à codificação entró-

pica clássica dos coeficientes da lista  $E_1$ . Para isso, o sinal de cada coeficiente não nulo da lista  $E_1$  é codificado entropicamente.

[0147] Se o número de coeficientes modificáveis estiver compreendido entre o limite  $TSIG\_N$  e  $TSIG\_N+1$ , no decorrer de uma etapa C8 representada na figura 3, o módulo de processamento  $MTR\_CO1$  calcula o valor de uma função  $f$  que é representativa dos coeficientes da sublista  $SE_1$ .

[0148] Nesse outro modo de realização, a decisão no codificador sendo de ocultar  $N$  sinais, a função  $f$  é o resto módulo  $2^N$  da soma dos coeficientes da sublista  $SE_1$ . Supõe-se que, no exemplo proposto,  $N=2$ , os dois sinais a ocultar sendo os dois primeiros sinais dos dois primeiros coeficientes não nulos respectivamente, a saber  $\epsilon_2$  e  $\epsilon_3$ .

[0149] No decorrer da etapa seguinte C9 representada na figura 3, o módulo de processamento  $MTR\_CO1$  verifica se a configuração dos  $N$  sinais, seja  $2^N$  configurações possíveis, corresponde ao valor do resto módulo  $2^N$  da soma dos coeficientes da sublista  $SE_1$ .

[0150] No exemplo proposto no qual  $N=2$ , existe  $2^2=4$  configurações de sinais diferentes.

[0151] Essas quatro configurações obedecem a uma convenção no codificador  $CO1$ , a qual é, por exemplo, determinada da seguinte forma:

- um resto igual a zero corresponde a dois sinais positivos consecutivos: +, +;
  - um resto igual a um corresponde a um sinal positivo e um sinal negativo consecutivos: +, -;
  - um resto igual a dois corresponde a um sinal negativo e a um sinal positivo consecutivos: -; +;
  - um resto igual a três corresponde a dois sinais negativos consecutivos: -; -;
- [0152] Se a configuração dos  $N$  sinais corresponder ao valor do resto mó-

dulo  $2^N$  da soma dos coeficientes da sublista  $SE_1$ , proceder-se-á à etapa C20 de codificação entrópica dos coeficientes da lista  $E_1$  pré-citada, com exceção do sinal do coeficiente  $\epsilon_2$  e do coeficiente  $\epsilon_3$ , sinais esses que são ocultos na paridade da soma módulo  $2^N$  dos coeficientes.

[0153] Se esse não for o caso, proceder-se-á à etapa C10 de modificação de pelo mesmo um coeficiente modificável da sublista  $SE_1$ . Essa modificação é realizada pelo módulo de processamento MTR\_CO1 da figura 4, de tal maneira que o resto módulo  $2^N$  da soma dos coeficientes modificáveis da sublista  $SE_1$  atinja o valor de cada um dos dois sinais a ocultar.

[0154] No decorrer da etapa C11 pré-citada, o módulo de processamento MTR\_CO1 procede a uma modificação correspondente da lista  $E_1$ . Uma lista modificada  $Em_1$  é então obtida.

[0155] Em seguida, procedeu-se à etapa C20 de codificação entrópica dos coeficientes da lista  $Em_1$  pré-citada, com exceção do sinal do coeficiente  $\epsilon_2$  e do sinal do coeficiente  $\epsilon_3$ , esses sinais sendo ocultos na paridade da soma módulo  $2^N$  dos coeficientes.

#### Descrição detalhada da parte decodificação

[0156] Um modo de realização geral do processo de decodificação, de acordo com a invenção, vai a seguir ser descrito, no qual o processo de decodificação é implementado, de maneira de programa ou material por modificações de um decodificador inicialmente de acordo com a norma H.264/MPEG-4 AVC.

[0157] O processo de decodificação, de acordo com a invenção, está representado sob a forma de um algoritmo comportando etapas SD1 a SD7, representadas na figura 5.

[0158] De acordo com o modo de realização geral da invenção, o processo de decodificação, segundo a invenção, é implementado em um dispositivo de decodificação ou decodificador DO, tal como representado na figura 6, que é adaptado

para receber o fluxo F liberado pelo codificador CO da figura 2.

[0159] No decorrer de uma etapa preliminar não representada na figura 5, procedeu-se à identificação, no sinal de dados F recebido, partições D<sub>1</sub> a D<sub>1</sub> que foram codificadas anteriormente pelo codificador CO. No modo preferido de realização, essas partições são blocos que têm uma forma quadrada e têm todos o mesmo tamanho. Em função do tamanho da imagem que não é forçosamente um múltiplo do tamanho dos blocos, os últimos blocos à esquerda e os últimos blocos embaixo podem não ser quadrados. Em um modo alternativo de realização, os blocos podem ser, por exemplo, de tamanho retangular e/ou não alinhados uns com os outros.

[0160] Cada bloco ou macrobloco pode, por outro lado, ser ele próprio dividido em sub-blocos que são eles próprios subdivisíveis.

[0161] Essa identificação é feita por um módulo de programa EX\_DO de análise de fluxo, tal como representado na figura 6.

[0162] No decorrer de uma etapa SD1 representada na figura 5, o módulo EX\_DO da figura 6 seleciona como bloco corrente B<sub>i</sub> o primeiro bloco B<sub>1</sub> a decodificar. Essa seleção consiste, por exemplo, em colocar um apontador de leitura no sinal F no início dos dados do primeiro bloco B<sub>1</sub>.

[0163] Em seguida, procedeu-se à decodificação de cada um dos blocos codificados selecionados.

[0164] No exemplo representado na figura 5, essa decodificação é aplicada sucessivamente a cada um dos blocos codificados B<sub>1</sub> a B<sub>Z</sub>. Os blocos são decodificados, segundo, por exemplo, um percurso *raster scan* bem conhecido do técnico.

[0165] A decodificação, de acordo com a invenção, é utilizada em um módulo de programa de decodificação MD\_DO do decodificador DO, tal como representado na figura 6.

[0166] No decorrer de uma etapa SD2 representada na figura 5, inicialmente procedeu-se à decodificação entrópica do primeiro bloco corrente B<sub>1</sub> que foi sele-

cionado. Essa operação é realizada por um módulo de decodificação entrópica DE\_DO representado na figura 6, por exemplo, de tipo CABAC. No decorrer dessa etapa, o módulo DE\_DO efetua uma decodificação entrópica das informações numéricas correspondentes à amplitude de cada um dos dados codificados da lista  $D_1$  ou da lista modificada  $D_{m1}$ . Nesse estágio, só os sinais dos dados da lista  $D_1$  ou da lista modificada  $D_{m1}$  não são decodificados.

[0167] No caso em que o módulo de processamento MTR\_DO recebe a lista  $D_1 = (a_1, a_1, \dots, a_p)$  procedeu-se, no decorrer de uma etapa SD3 representada na figura 5, com uma decodificação entrópica clássica de todos os sinais dos dados da lista  $D_1$ . Essa decodificação é feita pelo decodificador CABAC, designado pela referência DE\_DO na figura 6. Para isto, o sinal de cada dado não nulo da lista  $D_1$  é decodificado entropicamente.

[0168] No caso em que o módulo de processamento MTR\_DO recebe a lista modificada  $D_{m1} = (a_1, a_1, \dots, a_p)$  procedeu-se, no decorrer de uma etapa SD3, na decodificação entrópica clássica de todos os sinais dos dados da lista  $D_{m1}$ , com exceção do sinal do primeiro dado não nulo  $a_2$ .

[0169] No decorrer de uma etapa SD4 representada na figura 5, o módulo de processamento MTR\_DO calcula o valor de uma função  $f$  que é representativa dos dados da lista  $D_{m1}$ , de forma a determinar se o valor calculado for par ou ímpar.

[0170] No modo preferido de realização no qual um único sinal é oculto no sinal  $F$ , a função  $f$  é a parte da soma dos dados da lista  $D_{m1}$ .

[0171] De acordo com a convenção utilizada no codificador CO, que é a mesma no decodificador DO, um valor par da soma dos dados da lista  $D_{m1}$  significa que o sinal do primeiro dado não nulo da lista modificada  $D_{m1}$  é positivo, enquanto um valor ímpar da soma dos dados da lista  $D_{m1}$  significa que o sinal do primeiro dado não nulo da lista modificada  $D_{m1}$  é negativo.

[0172] No exemplo de realização, a soma total dos dados é par. Em conse-

quência, no final da etapa SD4, o módulo de processamento MTR\_DO deduz daí que o sinal oculto do primeiro dado não nulo a2 é positivo.

[0173] No decorrer de uma etapa SD5 representada na figura 5, procedeu-se Pa construção do bloco decodificado BD1. Essa operação é realizada por um módulo de programa de reconstrução MR\_DO representado na figura 6.

[0174] No decorrer de uma etapa SD6 representada na figura 5, o módulo de decodificação MD\_DO testa se o bloco corrente decodificado é o último bloco identificado no sinal F.

[0175] Se o bloco corrente for o último bloco do sinal F, no decorrer de uma etapa SD7 representada na figura 5, é colocado fim ao processo de decodificação.

[0176] Se esse não for o caso, procedeu-se à seleção do bloco seguinte Bi a decodificar, conforme a ordem de percurso *raster scan* pré-citado, por iteração das etapas SD1 a SD5, para  $1 \leq i \leq Z$ .

[0177] Será descrito a seguir, principalmente com referência à figura 5, um outro modo de realização da invenção.

[0178] Esse outro modo de realização se distingue do precedente unicamente pelo número de sinais ocultos que é então igual a N, N sendo um inteiro tal como  $N \geq 2$ .

[0179] Para isso, no decorrer da etapa SD3 pré-citada, procedeu-se à decodificação entrópica clássica de todos os sinais dos dados da lista  $D_{m1}$ , com exceção dos N sinais respectivos dos primeiros dados não nulos dessa lista modificada  $D_{m1}$ , esses N sinais sendo ocultos.

[0180] Nesse outro modo de realização, o módulo de processamento MTR\_DO calcula, no decorrer da etapa SD4, o valor da função f que é o resto módulo  $2^N$  da soma dos dados da lista  $D_{m1}$ . Supõe-se que no exemplo proposto  $N = 2$ .

[0181] O módulo de processamento MTR\_DO deduz daí então a configuração dos dois sinais ocultos que são atribuídos respectivamente a cada um dos dois

primeiros dados não nulos a2 e a3, segundo a convenção utilizada na codificação.

[0182] Uma vez esses dois sinais reconstruídos, procedeu-se à utilização das etapas SD5 a SD7 descritas acima.

[0183] Um modo de realização particular do processo de decodificação, de acordo com a invenção, vai a seguir ser descrito, no qual o processo de decodificação é implementado de maneira de programa ou material por modificações de um decodificador inicialmente de acordo com a norma H.264/MPEG-4 AVC.

[0184] O processo de decodificação, de acordo com a invenção, está representado sob a forma de um algoritmo, que comporta etapas D1 a D12, representadas na figura 7.

[0185] De acordo com o modo de realização da invenção, o processo de decodificação, segundo a invenção, é implementado em um dispositivo de decodificação ou decodificador DO1, tal como representado na figura 8, o qual está apto a processar o sinal F' liberado pelo codificador CO1 da figura 4.

[0186] No decorrer de uma etapa preliminar não representada na figura 7, procedeu-se à identificação, no sinal de dados F' recebido, das partições B'1 a B'z que foram codificadas anteriormente pelo codificador CO1. No modo preferido de realização, essas partições são blocos que têm uma forma quadrada e têm todos o mesmo tamanho. Em função do tamanho da imagem que não é forçosamente um múltiplo do tamanho dos blocos, os últimos blocos à esquerda e os últimos blocos embaixo podem não ser quadrados. Em um modo alternativo de realização, os blocos podem ser, por exemplo, de tamanho retangular e/ou não alinhados uns com os outros.

[0187] Cada bloco ou macrobloco pode, por outro lado, ser ele próprio dividido em sub-blocos que são eles próprios subdivisíveis.

[0188] Essa identificação é feita por um módulo de programa EX\_DO1 de análise de fluxo, tal como representado na figura 8.

[0189] Do decorrer de uma etapa D1 representada na figura 7, o módulo EX\_DO1 da figura 8 seleciona como bloco corrente  $B'_1$  o primeiro bloco  $B'_1$ , a decodificar. Essa seleção consiste, por exemplo,, em colocar um apontador de leitura no sinal  $F'$  no início dos dados do primeiro bloco  $B'_1$ .

[0190] Em seguida, procede-se à decodificação de cada um dos blocos codificados selecionados.

[0191] No exemplo representado na figura 7, essa decodificação é aplicada sucessivamente a cada um dos blocos codificados  $B'_1$  a  $B'_z$ . Os blocos são decodificados, segundo, por exemplo,, um percurso *raster scan*, bem conhecido do técnico.

[0192] A decodificação, de acordo com a invenção, é utilizada em um módulo de programa de decodificação MD\_DO1, tal como rep MD\_DO1, tal como representado na figura 8.

[0193] No decorrer de uma etapa D2 representada na figura 7, procedeu-se inicialmente à decodificação entrópica do primeiro bloco corrente  $B'_1$  que foi selecionado. Essa operação é realizada por um módulo de decodificação entrópica DE\_DO1 representada na figura 8, por exemplo, de tipo CABAC. No decorrer dessa etapa, o módulo DE\_DO1 efetua uma decodificação entrópica das informações numéricas correspondentes à amplitude de cada um dos coeficientes codificados da lista  $E_1$  ou da lista modificada  $Em_1$ . Nesse estágio, só os sinais de coeficientes da lista  $E_1$  ou da lista modificada  $Em_1$  não são decodificados.

[0194] No decorrer de uma etapa D3 representada na figura 7, procedeu-se à determinação do número de sinais capazes de ter sido oculto no decorrer da etapa precedente de codificação entrópica C20. Essa etapa D3 é realizada por um módulo de programa de processamento MTR\_DO1, tal como representado na figura 8. A etapa D3 é similar à etapa C7 pré-citada de determinação do número de sinais a ocultar.

[0195] No modo preferido de realização, o número de sinais ocultos é um

ou zero. Além disso, de acordo com esse modo de realização preferido, é o sinal do primeiro coeficiente não nulo que está oculto. No exemplo representado, trata-se, portanto, do sinal positivo do coeficiente  $\varepsilon_2 = +9$ .

[0196] Em um modo de realização alternativo, o número de sinais ocultos é seja zero, seja um, seja dois, seja três, seja mais.

[0197] De acordo com o modo de realização preferido da etapa D3, procedeu-se, no decorrer de uma primeira subetapa D31 representada na figura 7, na determinação, a partir dessa lista  $E_1$  ou da lista modificada  $Em_1$ , de uma sublista contendo coeficientes  $\varepsilon'_1, \varepsilon'_2, \dots, \varepsilon'_M$ , na qual  $M < L$  capazes de terem sido modificados na codificação.

[0198] Essa determinação é realizada do mesmo modo que na etapa de codificação C7 pré-citada.

[0199] Conforme o módulo de processamento MTR\_CO1 pré-citado, o módulo de processamento MTR\_DO1 é configurado inicialmente para não modificar:

- o(s) coeficiente(s) nulo(s) situado(s) antes do primeiro coeficiente não nulo;
- e
- por razões de complexidade de cálculo, o(s) coeficiente(s) nulos situado(s) após o último coeficiente não nulo.

[0200] No exemplo representado, ao final da subetapa D31, trata-se da sublista  $SEm_1$ , tal que  $SEm_1 = (9, -6, 0, 0, 1, 0, -1, 2, 0, 0, 1)$ . Em consequência, onze coeficientes capazes de terem sido modificados são obtidos.

[0201] No decorrer de uma subetapa seguinte D32 representada na figura 7, o módulo de processamento MTR\_DO1 procede à comparação do número de coeficientes capazes de terem sido modificados com um limite predeterminado TSIG. No modo preferido de realização, TSIG vale 4.

[0202] Se o número de coeficientes capazes de terem sido modificados for inferior ao limite TSIG, proceder-se-á, no decorrer de uma etapa D4 representada na

figura 7, a uma decodificação entrópica clássica de todos os sinais dos coeficientes da lista  $E_1$ . Essa decodificação é feita pelo decodificador CABAC, designado pela referência DE\_DO1 na figura 8. Para isso, o sinal de cada coeficiente não nulo da lista  $E_1$  é decodificado entropicamente.

[0203] Se o número de coeficientes capazes de terem sido modificados for superior ao limite TSIG, proceder-se-á, no decorrer dessa etapa D4, à decodificação entrópica clássica de todos os sinais dos coeficientes da lista  $E_{m1}$ , com exceção do sinal do primeiro coeficiente não nulo  $\epsilon_2$ .

[0204] No decorrer de uma etapa D5 representada na figura 7, o módulo de processamento MTR\_DO1 calcula o valor de uma função  $f$  que é representativa dos coeficientes da sublista  $SE_{m1}$ , de forma a determinar se o valor calculado é par ou ímpar.

[0205] No modo preferido de realização no qual um só sinal é oculto no sinal  $F'$ , a função  $f$  é a paridade da soma dos coeficientes da sublista  $SE_{m1}$ .

[0206] De acordo com a convenção utilizada no codificador CO1, que é a mesma no decodificador DO1, um valor par da soma dos coeficientes da sublista  $SE_{m1}$  significa que o sinal do primeiro coeficiente não nulo da lista modificada  $E_{m1}$  é positivo, enquanto um valor ímpar da soma dos coeficientes da sublista  $SE_{m1}$  significa que o sinal do primeiro coeficiente não nulo da lista modificada  $E_{m1}$  é negativo.

[0207] No exemplo de realização no qual  $SE_{m1} = (+9, -6, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1)$ , a soma total dos coeficientes é igual a 6, e é, portanto, par. Em consequência, no final da etapa D5, o módulo de processamento MTR\_DO1 deduz daí o sinal oculto do primeiro coeficiente não nulo  $\epsilon_2$  é positivo.

[0208] No decorrer de uma etapa D6 representada na figura 7, e com o auxílio de todas as informações numéricas reconstruídas no decorrer das etapas D2, D4 e D5, procedeu-se à reconstrução dos coeficientes quantificados do bloco  $B'q1$  em uma ordem predefinida. No exemplo representado, trata-se de um percurso em

ziguezague inversa ao percurso em ziguezague efetuado no decorrer da etapa de codificação C6 pré-citada. Essa etapa é efetuada por um módulo de programa de leitura ML-DO1, tal como representado na figura 8. Mais precisamente, o módulo ML-DO1 procede à inscrição dos coeficientes da lista  $E_1$  (monodimensional) no bloco  $B'q_1$  (bidimensional), utilizando essa ordem de percurso em ziguezague inverso.

[0209] No decorrer de uma etapa D7 representada na figura 7, procedeu-se à desquantificação do bloco resíduo quantificado  $B'q_1$ , segundo uma operação clásica de desquantificação que é a operação inversa da quantificação efetuada na codificação na etapa C5 pré-citada, para produzir um bloco desquantificado decodificado  $BD'q_1$ . Essa etapa é realizada por meio de um módulo de programa de desquantificação MDQ\_DO1, tal como representado na figura 8.

[0210] No decorrer de uma etapa D8 representada na figura 7, procedeu-se à transformação inversa do bloco desquantificado  $BD'q_1$  que é a operação inversa da transformação direta efetuada na codificação na etapa C4 pré-citada. Um bloco resíduo decodificado  $BD'r_1$  é, então, obtido. Essa operação é efetuada por um módulo de programa MTI\_DO1 de transformada inversa, tal como representado na figura 8.

[0211] No decorrer de uma etapa D9 representada na figura 7, procedeu-se à decodificação preditiva do bloco corrente  $B'_1$ . Essa decodificação preditiva é efetuada classicamente por técnicas conhecidas de intra predição e/ou inter, no decorrer do qual o bloco  $B'_1$  é pré-dito em relação a pelo menos um bloco anteriormente decodificado. Essa operação é efetuada por um módulo de decodificação preditiva PRED\_DO1, tal como representado na figura 8.

[0212] É evidente que outros modos de intra predição, tais como propostos na norma H.264 são possíveis.

[0213] No decorrer dessa etapa, a decodificação preditiva é efetuada com o auxílio dos elementos de sintaxe decodificados na etapa precedente e compreen-

dendo notadamente o tipo de predição (inter ou intra), e, se for o caso, o modo de intra predição, o tipo de divisão de um bloco ou macrobloco, caso este tenha sido subdividido, o índice de imagem de referência e o vetor de deslocamento utilizados no modo de inter predição.

[0214] Essa etapa de decodificação preditiva pré-citada permite construir um bloco pré-dito  $B'p_1$ .

[0215] No decorrer de uma etapa D10, representada na figura 7, procedeu-se à construção do bloco decodificado  $BD'_1$ , acrescentando ao bloco pré-dito  $B'p_1$  o bloco resíduo decodificado  $BD'r_1$ . Essa operação é efetuada por um módulo de programa de reconstrução MR\_DO1 representado na figura 8.

[0216] No decorrer de uma etapa D11, representada na figura 7, o módulo de decodificação MD\_DO1 testa, se o bloco corrente decodificado é o último bloco identificado no sinal  $F'$ .

[0217] Se o bloco corrente for o último bloco do sinal  $F'$ , no decorrer de uma etapa D12 representada na figura 7, é colocado fim no processo de decodificação.

[0218] Se esse não for o caso, procedeu-se à seleção do bloco seguinte  $B'_i$  a decodificar, de acordo com a ordem de percurso *raster scan* pré-citado, por iteração das etapas D1 a D10, para  $1 \leq i \leq Z$ .

[0219] A seguir vai ser descrito, principalmente com referência à figura 7, um outro modo de realização da invenção.

[0220] Esse outro modo de realização se distingue do precedente unicamente pelo número de coeficientes ocultos que seja 0, seja  $N$ ,  $N$  sendo um inteiro, tal como  $N \geq 2$ .

[0221] Para isso, a subetapa de comparação D32 pré-citada é substituída pela subetapa D32a representada em pontilhado na figura 7, no decorrer da qual se procedeu à comparação do número de coeficientes capazes de terem sido modificados com vários limites predeterminados  $0 < TSIG_1 < TSIG_2 < TSIG_3 \dots$ , de tal modo

que se o número desses coeficientes está compreendido entre  $TSIG_N$  e  $TSIG_{N+1}$ ,  $N$  sinais foram ocultos.

[0222] Se o número desses coeficientes for inferior ao primeiro limite  $TSIG_1$ , proceder-se-á, no decorrer da etapa D4 pré-citada, à decodificação entrópica clássica de todos os sinais dos coeficientes da lista  $E_1$ . Para isso, o sinal de cada coeficiente não nulo da lista  $E_1$  é decodificado entropicamente.

[0223] Se o número desses coeficientes estiver compreendido entre o limite  $TSIG_N$  e  $TSIG_{N+1}$ , procedeu-se, no decorrer da etapa D4 pré-citada, à decodificação entrópica clássica de todos os sinais dos coeficientes da lista  $D_1$ , com exceção dos  $N$  sinais respectivos dos primeiros coeficientes não nulos dessa lista modificada  $E_{m1}$ , esses  $N$  sinais sendo ocultos.

[0224] Nesse esse outro de realização, o módulo de processamento  $MTR\_DO1$  calcula, no decorrer da etapa D5, o valor da função  $f$  que é o resto módulo 2 $N$  da soma dos coeficientes da sublista  $SE_{m1}$ . Supõe-se que, no exemplo proposto,  $N = 2$ .

[0225] O módulo de processamento  $MTR\_DO1$  deduz daí então a configuração dos dois sinais ocultos que são atribuídos respectivamente a cada um dos dois primeiros coeficientes não nulos  $\varepsilon_2$  e  $\varepsilon_3$ , segundo a convenção utilizada na codificação.

[0226] Uma vez esses dois sinais reconstruídos, procedeu-se à realização das etapas D6 a D12 descritas acima.

[0227] É evidente que os modos de realização que foram descritos acima foram dados a título puramente indicativo e de modo nenhum limitativo, e que numerosas modificações podem ser facilmente fornecidas pelo técnico, sem para tanto sair do âmbito da invenção.

[0228] Assim, por exemplo, segundo um modo de realização simplificado em relação àquele representado na figura 4, o codificador  $CO1$  poderia ser configu-

rado para ocultar pelo menos  $N'$ sinais predeterminados, com  $N' \geq 1$ , ao invés de seja zero, seja um ou  $N$  sinais predeterminados. Nesse caso, a etapa de comparação C72 ou C72a seria suprimido. De forma correspondente, segundo um modo de realização simplificado em relação àquele representado na figura 8, o decodificador DO1 seria configurado para reconstruir  $N'$ sinais predeterminados ao invés de zero, seja um ou  $N$  sinais predeterminados. Nesse caso, a etapa de comparação D32 ou D32a seria suprimido. Além disso, o critério de decisão aplicado na etapa de codificação C72 e na etapa de decodificação D32 poderia ser substituído por um outro tipo de critério. Para isso, ao invés de comparar a um limite de número de coeficientes modificáveis ou o número de coeficientes capazes de terem sido modificados, o módulo de processamento MTR\_CO1 ou MTR\_DO1 poderia aplicar um critério de decisão que é respectivamente função da soma das amplitudes dos coeficientes modificáveis ou capazes de terem sido modificados, ou ainda do número de zeros presentes dentre os coeficientes modificáveis ou capazes de terem sido modificados.

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo de decodificação de um sinal de dados representativo de pelo menos uma imagem subdividida em partições que foi anteriormente codificada, as partições compreendendo uma divisão atual ( $B_i$ ) a ser decodificada contendo dados dos quais para pelo menos um dado é atribuído um sinal, os dados sendo os coeficientes de transformação direta, o processo de decodificação compreendendo:

decodificação entrópica (D2) da primeira partição atual ( $B_i$ );

determinação (D3), com base nos dados decodificados não nulos da partição atual ( $B_i$ ), de se o sinal de pelo menos um dado está oculto;

computação (D5) do valor de paridade de uma soma dos dados decodificados da partição atual ( $B_i$ );

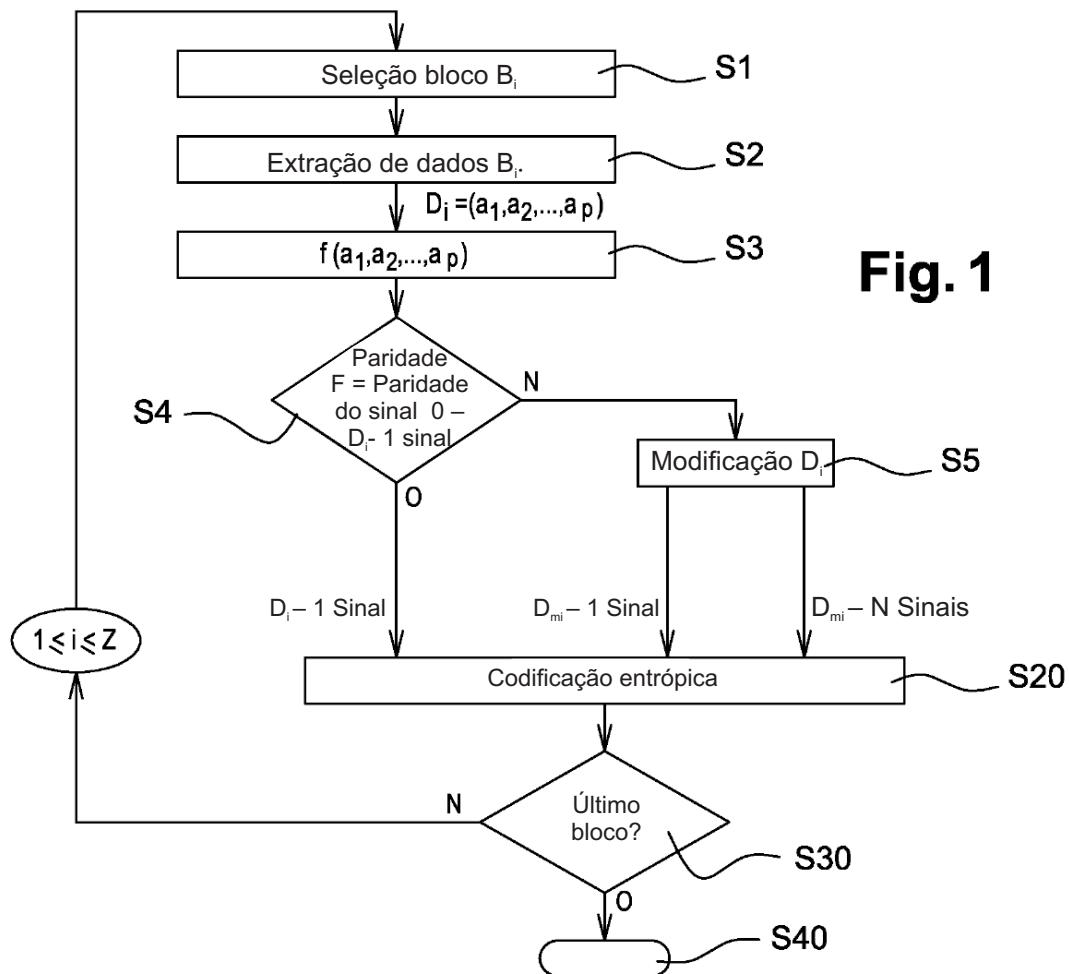
o processo de decodificação sendo **CARACTERIZADO** pela:

obtenção, a partir do dito valor de paridade, do valor do dito sinal, se a paridade da soma dos dados tem um primeiro valor, o sinal é positivo, e se a paridade da soma dos dados tem um segundo valor, o sinal é negativo.

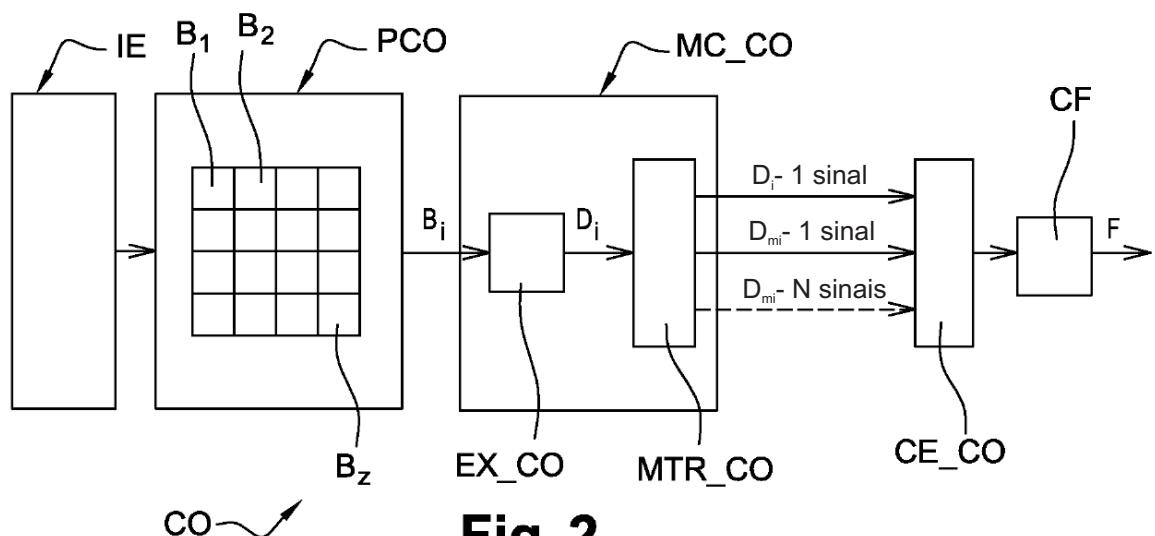
2. Processo de decodificação, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um módulo de processamento (MTR\_D01) deduz do mesmo que o sinal oculto do primeiro coeficiente não nulo ( $\epsilon_2$ ) é positivo.

3. Processo de decodificação, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um módulo de processamento (MTR\_D01) computa o valor de uma função  $f$  que é representativa dos coeficientes de uma sublista de modo a determinar se o valor computado é par ou ímpar.

4. Processo de decodificação, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que, durante o processo de decodificação, uma pluralidade de valores associados respectivamente com uma pluralidade (N) de sinais é obtida a partir do dito valor computado.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

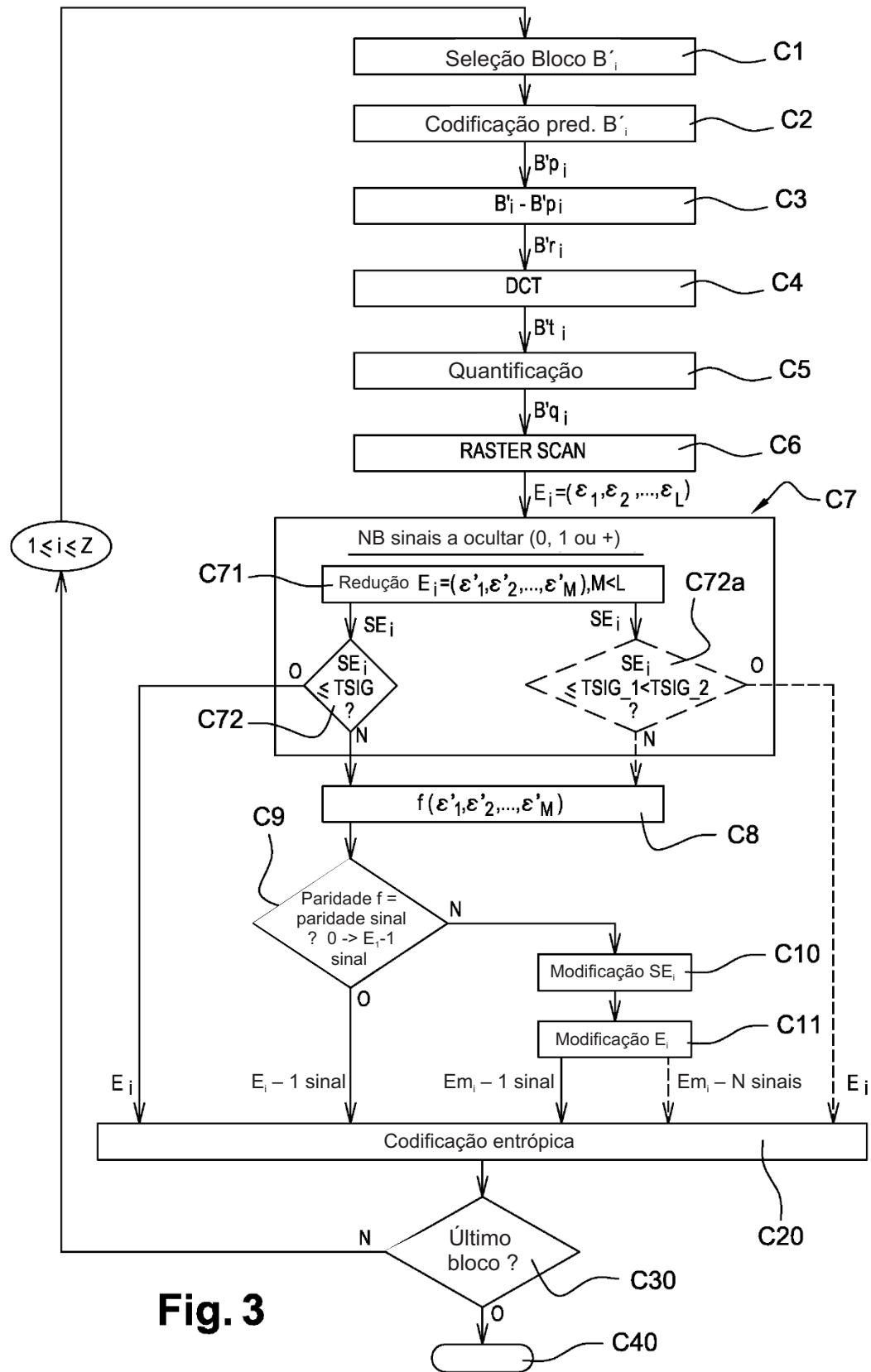


Fig. 3

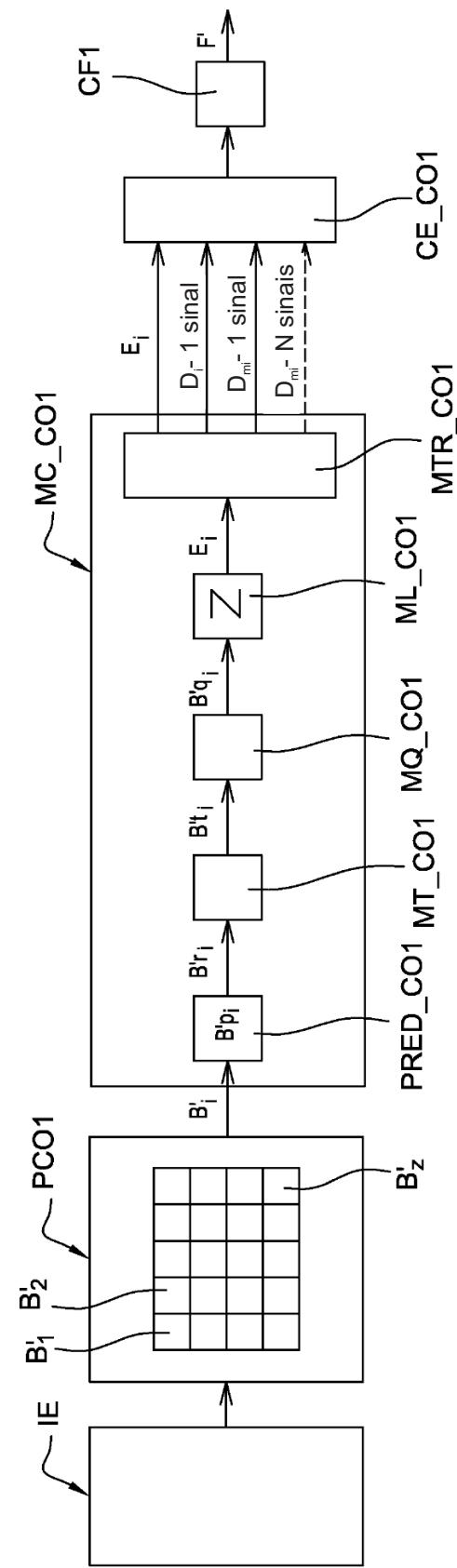


Fig. 4

CO1 ↗

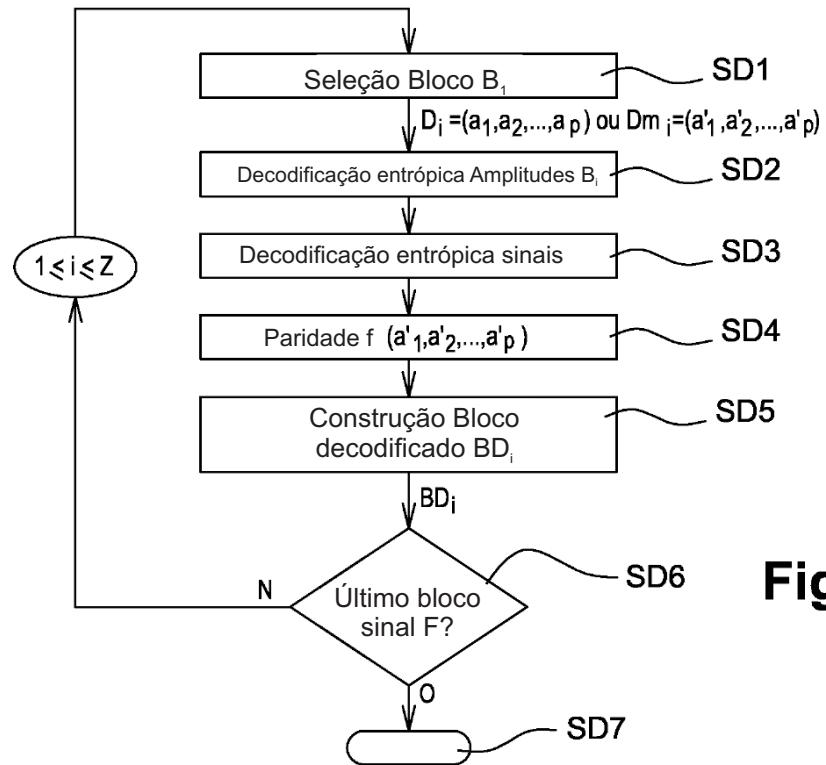


Fig. 5

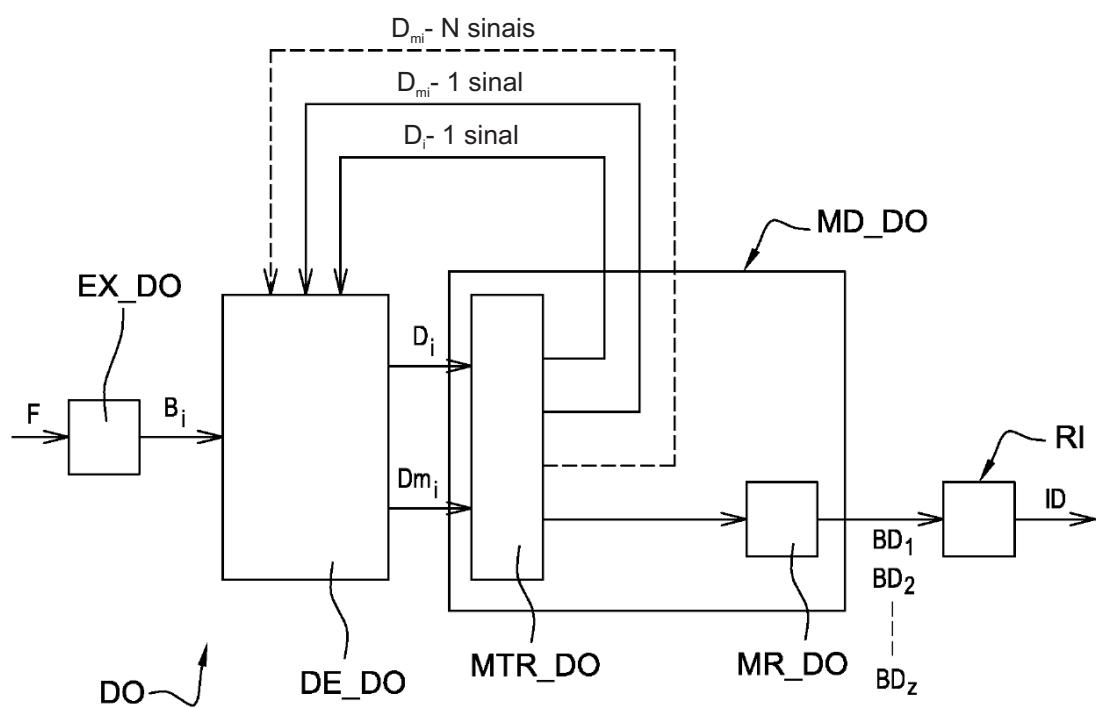


Fig. 6

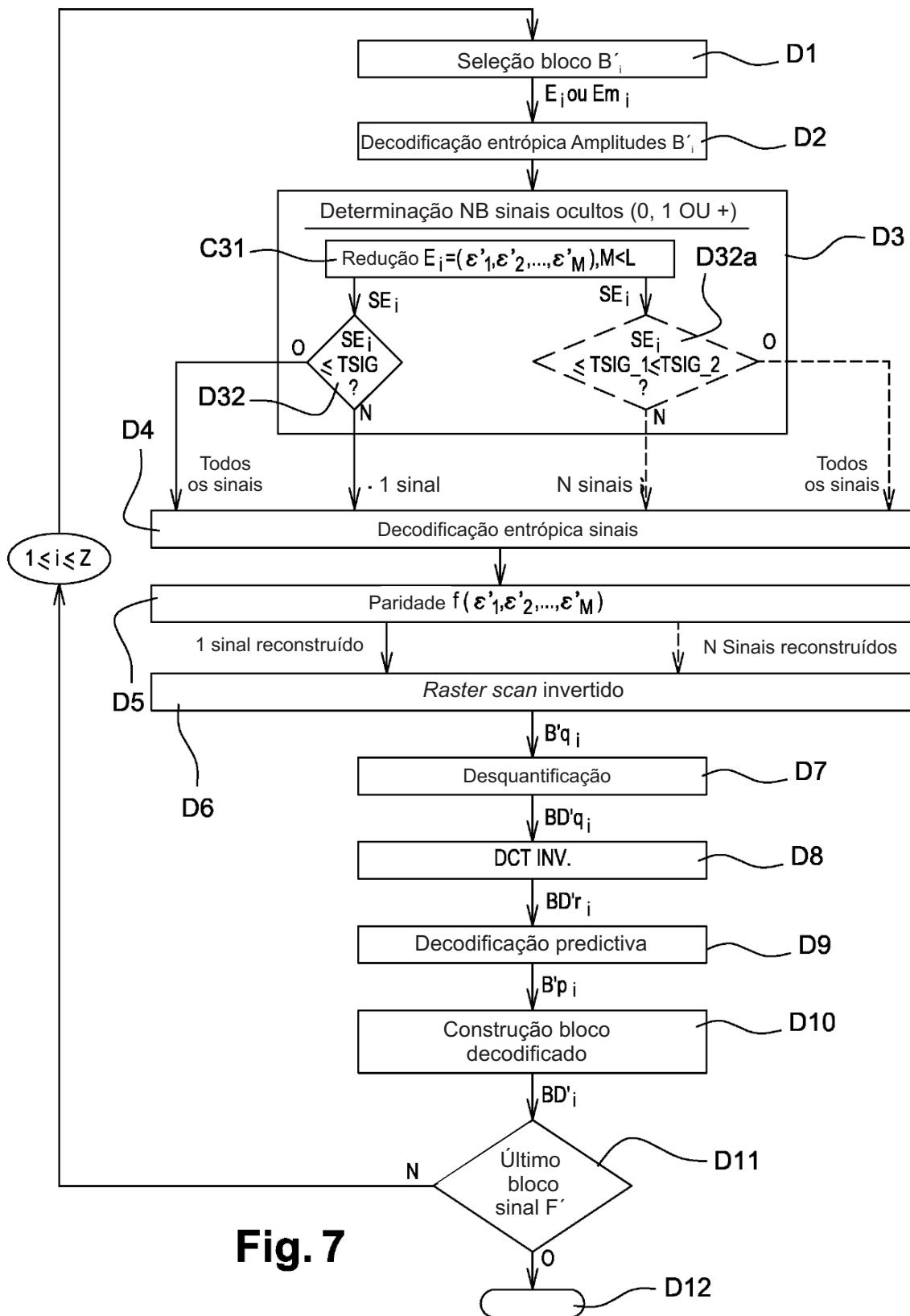


Fig. 7

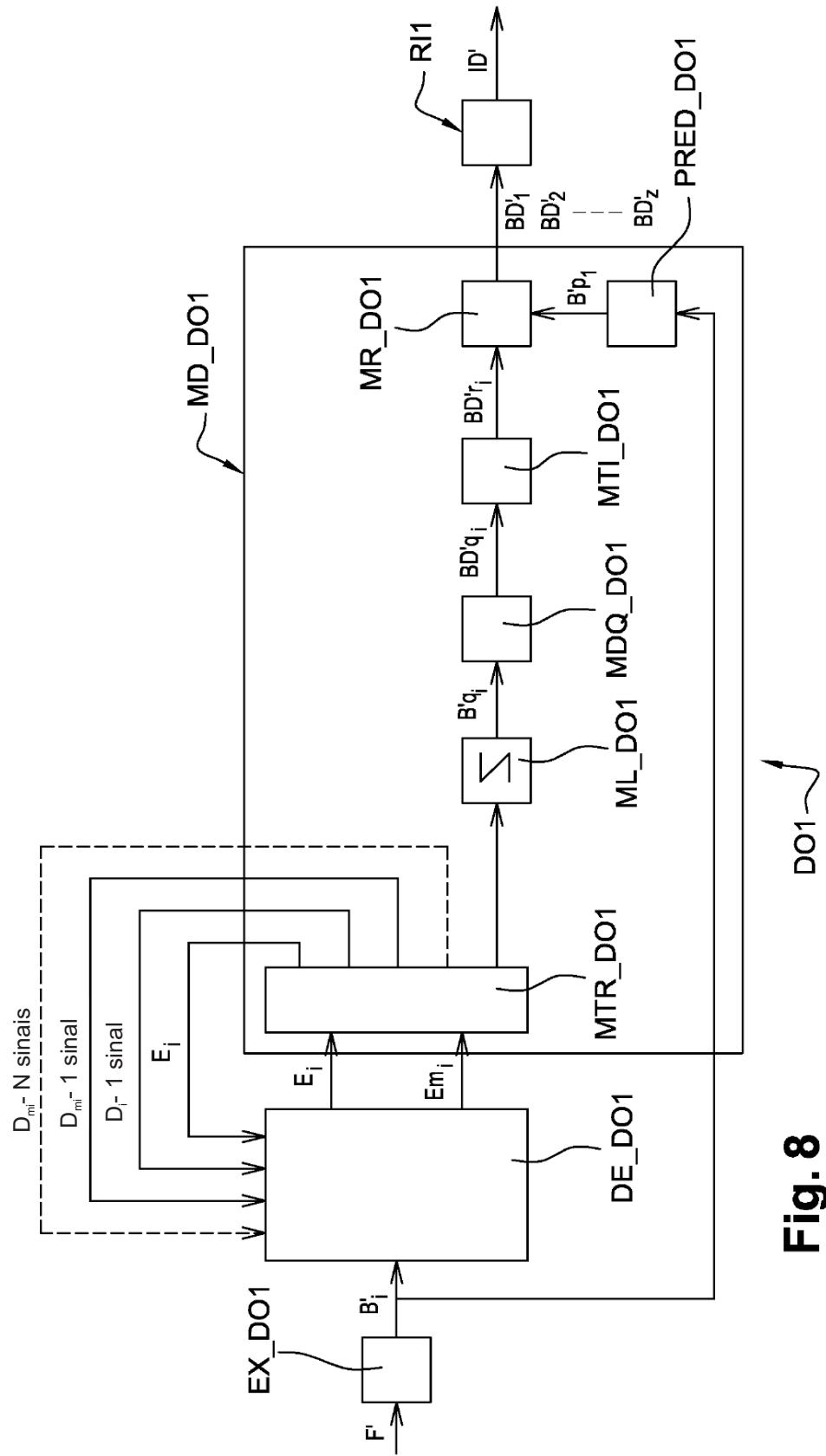


Fig. 8