



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 0715682-0 A2**

(22) Data de Depósito: 22/05/2007
(43) Data da Publicação: 08/01/2013
(RPI 2192)



(51) *Int.Cl.:*
H03M 13/03

(54) **Título:** MÉTODO E APARELHO PARA A GERAÇÃO DE UM VETOR DE SÍMBOLO PERFURADO PARA UM DADO VETOR DE INFORMAÇÃO

(30) **Prioridade Unionista:** 24/08/2006 US 11/466.926

(73) **Titular(es):** Motorola, Inc.

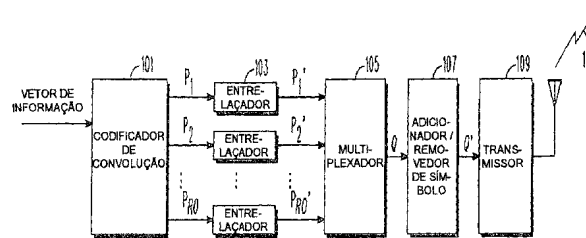
(72) **Inventor(es):** Brian K. Classon, Vipul A. Desai, Yufei W. Blankenship

(74) **Procurador(es):** Orlando de Souza

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2007069446 de 22/05/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/024541 de 28/02/2008

(57) **Resumo:** MÉTODO E APARELHO PARA A GERAÇÃO DE UM VETOR DE SÍMBOLO PERFURADO PARA UM DADO VETOR DE INFORMAÇÃO Um método e um aparelho para a codificação e a decodificação de dados são descritos aqui. Durante uma operação, os dados entram em um codificador de convolução (101). O codificador codifica os bits de informação a partir dos dados a uma taxa de codificação ($1/R_0$) para a produção de vetores de símbolo de dados P_0, P_1, \dots, P_{R_0} . Os vetores P_1, \dots, P_{R_0} são entrelaçados cada um separadamente para a formação de vetores $P_0', P_1', \dots, P_{R_0}'$. Um multiplexador (105) multiplexa $P_0', P_1', \dots, P_{R_0}'$ para a produção do vetor Q . Os símbolos entrelaçados multiplexados Q são introduzidos em um adicionador / removedor de símbolo (107), onde símbolos apropriados são adicionados ou removidos para combinação com uma taxa de transmissão pelo canal. Finalmente, o vetor Q' é transmitido através da transmissão pelo canal.



MÉTODO E APARELHO PARA A GERAÇÃO DE UM VETOR DE SÍMBOLO
PERFURADO PARA UM DADO VETOR DE INFORMAÇÃO

Campo da Invenção

A presente invenção se refere geralmente à codificação e à decodificação de dados e, em particular, a um método e a um aparelho para a geração de um vetor de símbolo perfurado para um dado vetor de informação.

Antecedentes da Invenção

As transmissões de dados digitais por canais com fio e sem fio às vezes podem ser corrompidas, por exemplo, por ruído no enlace ou canal, por interferência de outras transmissões, ou por outros fatores ambientais. Mesmo com canais de comunicação claros, os quais se prestam a altas taxas de dados, pode não ser possível decodificar apropriadamente o fluxo de dados com as taxas de erro requisitadas. De modo a se resolver este problema, muitos sistemas de comunicação empregam técnicas de correção de erro para ajudarem na comunicação.

Uma técnica utilizada para correção de erro é a codificação de convolução de informação a ser transmitida. Utilizando essa técnica, um codificador codificará os bits de informação a partir de um vetor de informação em símbolos de dados a uma taxa de codificação fixa com um algoritmo de codificação o qual facilita uma decodificação subsequente dos símbolos de dados em bits de informação (por exemplo, máximo de algoritmos de decodificação a posteriori, máximo de algoritmos de decodificação de probabilidade). Geralmente, os bits de informação são codificados usando-se um código mãe de $1/R_0$ de taxa. Uma vez que as taxas de transmissão pelo canal podem diferir da

taxa de codificação, os dados codificados precisam ser modificados para combinarem com a taxa de transmissão pelo canal. As técnicas da arte anterior para combinação da taxa de codificação com a taxa de transmissão pelo canal usavam
5 um padrão de perfuração apropriado.

Por exemplo, os símbolos de dados codificados a partir de um código mãe de taxa $\frac{1}{2}$ (isto é, $R_0=2$) podem ser divididos em grupos de 6 (correspondente a 3 bits de informação). Então um padrão de perfuração (1, 0, 1; 1, 1,
10 0) é aplicado a cada grupo para a obtenção de uma taxa pelo canal de $\frac{1}{4}$, onde um '1' indica que o símbolo codificado é retido, enquanto um '0' indica que o símbolo codificado é perfurado (isto é, não transmitido). Embora este padrão de perfuração seja razoavelmente simples, os padrões de
15 perfuração freqüentemente podem ser razoavelmente complicados para taxas diferentes (por exemplo, uma taxa de 0,4177). Os padrões de perfuração tipicamente são gerados por buscas exaustivas que combinam cada combinação de taxa de dados, a taxa de codificação e a taxa de transmissão
20 pelo canal. Como resultado, a introdução de novas taxas de dados, taxas de codificação ou taxas de transmissão pelo canal em um sistema de comunicação pode ser difícil.

Mais ainda, as técnicas da arte anterior para perfuração freqüentemente complicam a implementação de
25 requisição de repetição automática híbrida (HARQ) de relatório descritivo em incremento (IR). Com uma redundância em incremento, os bits de informação são retransmitidos, onde cada transmissão correspondente ao mesmo vetor de informação pode usar um padrão de perfuração
30 diferente. Devido ao fato de os padrões de perfuração

poderem se sobrepor, por haver uma perda de performance com uma redundância em incremento. Por exemplo, assumindo um código mãe de taxa de $\frac{1}{2}$ (isto é, taxa de codificação = $\frac{1}{2}$), a primeira transmissão usa uma taxa de $\frac{4}{5}$ de padrão de perfuração de (1, 1, 0, 1; 0, 1, 0, 1). Se a transmissão usar um padrão de perfuração de (0, 0, 1, [21 zeros]), então, as primeira e segunda transmissões poderão ser combinadas para a formação de um código de taxa $\frac{3}{4}$. Contudo, se a segunda transmissão usar o padrão de (1, [23 zeros]), então IR se degenera em uma combinação parcial de Chase, resultando em uma perda de performance. Além disso, este exemplo requer que o tamanho de bloco de informação seja um múltiplo de 12 para a obtenção da taxa de código exata de $\frac{4}{5}$ após a primeira transmissão, e uma taxa de $\frac{3}{4}$ após a segunda transmissão. Este exemplo ilustra a inflexibilidade da abordagem de padrão de perfuração na provisão da taxa de código requerida para uma correção de erro antecipada (FEC) e sistemas de IR.

Embora existam vários métodos para a resolução do problema de combinação de taxa para turbocódigos, os mesmos métodos não podem ser aplicados aos códigos de convolução. Por exemplo, o padrão IEEE 802.16 contém um procedimento de combinação de taxa para turbocódigos. O turbocodificador toma um fluxo de informação e produz um fluxo sistemático e um número par de fluxos de paridade. Metade dos fluxos de paridade é produzida usando-se uma versão turbo-entrelaçada do fluxo de informação. A combinação de taxa arranja os bits nos fluxos de uma maneira adequada para uma turbodecodificação iterativa por (a) um rearranjo dos bits em cada fluxo usando-se entrelaçadores de bloco (idênticos)

adicionais e (b) proporcionando-se ao fluxo de informação uma prioridade mais alta para transmissão. Contudo, um código de convolução pode nem mesmo produzir um fluxo de informação, e mesmo se ele produzir um fluxo de informação, a performance poderá ser degradada se o fluxo de informação for priorizado. Portanto, existe uma necessidade de um método e de um aparelho para a geração de um vetor de símbolo perfurado para um dado vetor de informação para códigos de convolução.

10

Breve Descrição dos Desenhos

A FIG. 1 é um diagrama de blocos de um transmissor.

A FIG. 2 é um diagrama de blocos de um receptor.

A FIG. 3 é um fluxograma que mostra a operação do transmissor da FIG. 1.

15

A FIG. 4 é um fluxograma que mostra a operação do receptor da FIG. 3.

A FIG. 5 ilustra um entrelaçamento.

Descrição Detalhada dos Desenhos

De modo a se dirigir à necessidade mencionada acima, um método e um aparelho para codificação e decodificação de dados são descritos aqui. Durante uma operação, dados representados por um vetor de informação entram em um codificador de convolução. O codificador codifica os bits de informação a partir do vetor de informação na taxa de codificação $(1/R_0)$ para a produção de vetores de símbolo de dados P_1, P_2, \dots, P_{R_0} . Os vetores P_1, P_2, \dots, P_{R_0} são entrelaçados separadamente, cada um, para a formação dos vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$. Um multiplexador multiplexa $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ para a produção do vetor Q . O vetor de símbolo entrelaçado multiplexado Q é introduzido em um

30

adicionador / removedor de símbolo onde símbolos apropriados são adicionados ou removidos para combinação da taxa de transmissão pelo canal, formando o vetor Q' . O vetor Q' contém substancialmente um número igual de 5 símbolos a partir de cada vetor P_i' , $i=1, 2, \dots, R_0$. Finalmente, o vetor Q' é transmitido pelo canal.

O algoritmo de combinação de taxa descrito acima provê uma boa performance para várias taxas de dados, taxas de codificação e taxas de transmissão pelo canal. Se comparada 10 com o uso de um padrão de perfuração, a técnica descrita acima tem a vantagem de flexibilidade e granularidade fina pelo fato de qualquer tamanho de código alvo poder ser facilmente obtido para qualquer combinação de taxa de dados e taxa de codificação. Se comparada com os algoritmos de 15 combinação de taxa existentes, ela também tem a vantagem de simplicidade.

A presente invenção engloba um método para operação de um transmissor. O método compreende as etapas de codificação de um vetor de informação para a produção de 20 vetores de símbolo de dados P_1, P_2, \dots, P_{R_0} , o entrelaçamento de vetores P_1, \dots, P_{R_0} para a produção de vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$, onde cada vetor P_1, \dots, P_{R_0} é entrelaçado separadamente, e a multiplexação dos vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ para a produção do vetor Q . Símbolos 25 são adicionados ou removidos de Q para a formação de um vetor Q' que tem uma taxa que combina com uma taxa de transmissão pelo canal. Q' compreende substancialmente um número igual de símbolos a partir de cada vetor P_i' , $i=1, 2, \dots, R_0$. Finalmente, o vetor Q' é transmitido pelo canal.

30 A presente invenção adicionalmente engloba um método

para a operação de um receptor que estima um vetor de informação. O método também compreende as etapas de recebimento de um vetor de sinal Q' pelo canal. O vetor Q' compreende substancialmente um número igual de símbolos a partir de cada vetor P_i' , $i=1, 2, \dots, R_0$. Os símbolos são adicionados ou removidos de Q' para a formação de um vetor Q e então o vetor Q é demultiplexado para a produção de uma pluralidade de vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$. Os vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ são desentrelaçados para a produção de vetores P_1, \dots, P_{R_0} , onde cada vetor $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ é desentrelaçado separadamente. Finalmente, $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ é decodificado para a produção do vetor de informação estimado.

A presente invenção adicionalmente engloba um aparelho que compreende um codificador que codifica um vetor de informação para a produção de vetores de símbolo de dados P_1, P_2, \dots, P_{R_0} , pelo menos um entrelaçador para entrelaçamento dos vetores P_1, \dots, P_{R_0} para a produção de vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$, um multiplexador multiplexando vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ para a produção do vetor Q , um adicionador / removedor de símbolo adicionando ou removendo símbolos de Q para a formação de um vetor Q' que tem uma taxa que combina com uma taxa de transmissão pelo canal, e um transmissor que transmite o vetor Q' pelo canal.

A presente invenção adicionalmente engloba um aparelho que compreende um receptor que recebe um vetor Q' pelo canal, um adicionador / removedor de símbolo adicionando ou removendo símbolos de Q' para a formação de um vetor Q , um demultiplexador que demultiplexa o vetor Q para a produção

de uma pluralidade de vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$, pelo menos um desentrelaçador que desentrelaça $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ para a produção de vetores P_1, \dots, P_{R_0} , e um decodificador que decodifica P_1, P_2, \dots, P_{R_0} para a produção de um vetor de informação estimado.

Voltando-nos, agora, para os desenhos, onde números iguais designam componentes iguais, a FIG. 1 é um diagrama de um transmissor 100 utilizado para a transmissão de dados. Conforme mostrado, o transmissor 100 compreende o codificador de convolução 101, uma pluralidade de (pelo menos um) entrelaçadores 103 (apenas um rotulado), a multiplexador 105, um adicionador / removedor de símbolo 107, e circuito de transmissão 109.

Durante uma operação dados representados por um vetor de informação de comprimento K entram em um codificador de convolução 101. O codificador 101 codificará os bits de informação a partir do vetor de informação em símbolos de dados a uma taxa de codificação fixa (por exemplo, 1 bit entrando para cada R_0 símbolos saindo) com um algoritmo de codificação o qual facilita uma decodificação subsequente dos símbolos de dados recebidos em estimativas de bit de informação. O codificador 101 determina uma taxa de codificação ($1/R_0$) para os dados e codifica os bits de informação em símbolos de dados na taxa de codificação fixa com um algoritmo de codificação de convolução. Por exemplo, se $R_0=3$, o codificador de convolução 101 será um codificador de convolução de $1/3$ de taxa e codificará o vetor de informação de entrada (a uma taxa de x Kbit/segundo) a uma taxa de codificação fixa de um bit de dados para $R_0=3$ símbolos de dados (isto é, $1/3$ de taxa) de

modo que o codificador de convolução 101 extraia símbolos de dados a uma taxa de $R_0 \times K$ símbolo/segundo de taxa com um tamanho de pacote codificado de $R_0 \times K$. O codificador 101 produz R_0 fluxos de símbolo P_1, P_2, \dots, P_{R_0} . Note que a terminologia "fluxos" e "vetores" pode ser usada de forma intercambiável. Em um exemplo, o codificador de convolução 101 implementa um código de convolução não recursivo não sistemático, onde todos os vetores de símbolo P_1, P_2, \dots, P_{R_0} são vetores de paridade, não igual ao vetor de informação. Um vetor de paridade pode ser produzido a partir de uma linha de atraso de derivação operando no vetor de informação. Em um outro exemplo o codificador de convolução 101 implementa um código de convolução recursivo sistemático, onde um vetor de símbolo é o vetor sistemático, igual ao vetor de informação. Para a presente invenção, se um fluxo sistemático for gerado, ele será tratado da mesma maneira que um fluxo de paridade. No receptor, um vetor sistemático corresponde ao vetor de informação transmitido (por exemplo, um mapeamento um a um) enquanto um vetor de paridade não corresponde ao vetor de informação transmitido.

Os R_0 fluxos de símbolo são introduzidos, cada um, em entrelaçadores 103 (os quais podem ser os mesmos ou entrelaçadores diferentes). Os entrelaçadores 103 entrelaçam os símbolos de dados no nível de símbolo para a produção de R_0 fluxos de símbolo entrelaçados $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$. Em uma modalidade preferida, o entrelaçador para P_i é diferente do entrelaçador for P_j , para certos $i \neq j, 1 \leq i, j \leq R_0$. Em uma primeira modalidade da presente invenção, os entrelaçadores 103 são representados, cada um, por uma

matriz com fluxos de símbolo P_0, P_1, \dots, P_{RO} individualmente introduzidos em localizações em uma matriz, de modo que a matriz seja preenchida de uma maneira coluna por coluna. Os símbolos são extraídos individualmente de localizações dentro da matriz, de modo que a matriz seja esvaziada de uma maneira linha por linha, onde as linhas podem ter sido permutadas.

Assim, P_1 introduz um primeiro entrelaçador 103 e é entrelaçado para a produção de P_1' , enquanto P_2 introduz um segundo entrelaçador 103 e é entrelaçado para a produção de P_2' . Os fluxos de símbolo entrelaçados $P_1', P_2', \dots, P_{RO}'$ são extraídos pelos entrelaçadores 103 na mesma taxa de símbolo de dados em que eles foram introduzidos (por exemplo, taxa de x ksímbolo/segundo). O tamanho predeterminado do bloco de símbolos de dados definido pela matriz pode ser derivado do número máximo de símbolos de dados os quais podem ser transmitidos a uma taxa de símbolo predeterminada em um bloco de transmissão de comprimento predeterminado.

Os fluxos de símbolo entrelaçados $P_1', P_2', \dots, P_{RO}'$ são extraídos de cada entrelaçador a uma taxa de x ksímbolo/segundo, e entram no multiplexador 105 onde eles são multiplexados para a produção do vetor Q . Em uma primeira modalidade da presente invenção, o vetor $Q = [P_1'(1), P_2'(1), \dots, P_{RO}'(1), P_1'(2), P_2'(2), \dots, P_{RO}'(2), \dots, P_1'(K), P_2'(K), \dots, P_{RO}'(K)]$, onde K é o comprimento do vetor de informação. Em uma outra modalidade, $Q = [P_1'(1), P_1'(2), P_2'(1), P_2'(2), \dots, P_{RO}'(1), P_{RO}'(2), P_1'(3), P_1'(4), P_2'(3), P_2'(4), \dots, P_{RO}'(3), P_{RO}'(4), \dots, P_1'(K-1), P_1'(K), P_2'(K-1), P_2'(K), \dots,$

$P_{R0'}(K-1), P_{R0'}(K)]$, onde K é um comprimento do vetor de informação. O vetor Q é extraído do multiplexador 105 a uma taxa de símbolo de $R_0 \cdot x$ ksímbolo/segundo. Métodos alternativos de multiplexação podem ser escolhidos para
 5 melhoria da performance e/ou para simplificação da implementação.

Conforme discutido acima, uma vez que as taxas de transmissão pelo canal podem diferir de $R_0 \cdot x$ ksímbolo/segundo, os dados codificados precisam ser
 10 modificados para combinarem com a taxa de transmissão pelo canal. Por causa disto, os símbolos entrelaçados multiplexados em Q são introduzidos em um adicionador / removedor de símbolo 107 onde símbolos apropriados são adicionados ou removidos para combinação da taxa de
 15 transmissão pelo canal. Por exemplo, se N_c símbolos precisam ser transmitidos, N_c símbolos consecutivos serão tomados a partir da seqüência Q começando na posição L_i . Se $(L_i + N_c - 1)$ for maior do que o comprimento $R_0 \cdot K$ de Q , a extração se desenrolará e tomará símbolos a partir do
 20 começo da seqüência Q . Pela variação de L_i , uma parte diferente de Q será extraída. Assim, o vetor Q' é produzido adicionando-se ou removendo-se símbolos de vetor Q .

O método de multiplexação usado para a produção do vetor Q no multiplexador 105 permite que Q' tenha um número
 25 substancialmente igual de símbolos a partir dos fluxos de símbolo entrelaçados $P_1', P_2', \dots, P_{R0}'$. Substancialmente igual significa que o mesmo ou aproximadamente o mesmo número de símbolos é usado. Por exemplo, quando o vetor Q é
 30 $[P_1'(1), P_2'(1), P_3'(1), P_1'(2), P_2'(2), P_3'(2), \dots, P_1'(K), P_2'(K), P_3'(K)]$, tomando $N_c=9$ símbolos a partir de Q com $L_i=1$

e $R_0=3$ produz Q' com um número substancialmente igual de símbolos {3 símbolos a partir de P_1' , 3 símbolos a partir de P_2' , e 3 símbolos a partir de P_3' }. Em um outro exemplo, $Q = [P_1'(1), P_1'(2), P_2'(1), P_2'(2), P_3'(1), P_3'(2), P_1'(3),$
 5 $P_1'(4), P_2'(3), P_2'(4), P_3'(3), P_3'(4), . . . , P_1'(K-1), P_1'(K),$
 $P_2'(K-1), P_2'(K), . . . , P_3'(K-1), P_3'(K)]$, tomando-se $N_c=20$ símbolos a partir de Q com $L_i=1$ e $R_0=3$ produz Q' com um número substancialmente igual de símbolos {8 símbolos a partir de P_1' , 6 símbolos a partir de P_2' , e 6 símbolos a
 10 partir de P_3' }.

Tipicamente, o valor da posição L_i pode depender do número de retransmissões permitidas em um esquema de redundância em incremento. Por exemplo, em uma primeira transmissão, L_i pode ser 1. Em retransmissões subseqüentes,
 15 o valor de L_i pode ser escolhido para maximização da performance. Freqüentemente, o valor de L_i pode estar relacionado ao valor prévio de L_i e à taxa de transmissão pelo canal prévia. Por exemplo, $L_{i+1}=1+[(L_i+N_c-1)\text{mod}(R_0*K)]$, onde $\text{mod}(x)$ é a função de módulo. Embora a descrição aqui
 20 use o mesmo tamanho N_c para cada retransmissão, é claro que um valor diferente de N_c pode ser usado para cada (re)transmissão. Em uma modalidade, nenhuma superposição (repetição) dos símbolos em quaisquer transmissões adjacentes ocorre, a menos que todos os R_0*K símbolos de Q
 25 tenham sido selecionados. Em uma outra modalidade, alguma superposição pode ocorrer. Quando N_c é maior do que R_0*K , várias cópias (repetições) do mesmo símbolos serão transmitidas em uma transmissão. Por exemplo, com $L_i=1$ e $N_c=3/2*R_0*K$, a saída do adicionador / removedor de símbolo
 30 107 é $Q'=[Q(1), Q(2), . . . , Q(R_0*K), Q(1), Q(2), . . . ,$

$Q(R_0 \cdot K/2)$, (isto é, a primeira metade dos símbolos entrelaçados multiplexados Q será repetida).

Finalmente, o vetor Q' é passado para o circuito de transmissão 109 onde ele é transmitido via a transmissão pelo canal 113, tendo uma taxa de símbolo de no máximo $R_0 \cdot K$ símbolos/segundo, assumindo $N_c \leq R_0 \cdot K$ e nenhum outro símbolo é adicionado no adicionador / removedor de símbolo 107. O circuito de transmissão 109 preferencialmente compreende um circuito comum conhecido na técnica para a transmissão, utilizando um protocolo de comunicação bem conhecido e serve como um meio para a modulação e a transmissão de símbolos para um receptor. Por exemplo, o transmissor 109 compreende circuitos bem conhecidos que utilizam o protocolo de sistema de comunicação de 3GPP. Outros transmissores possíveis incluem, mas não estão limitados a transmissores utilizando Bluetooth, IEEE 802.11, ou protocolos de HyperLAN. Note que o circuito de transmissão 109 pode realizar operações adicionais nos símbolos, antes de eles serem transmitidos pelo ar. Por exemplo, em 3GPP, os símbolos passam por numerosas operações, incluindo um primeiro entrelaçamento, uma segmentação de quadro de rádio, uma multiplexação de canal de transporte, uma segmentação de canal físico, um segundo entrelaçamento, um mapeamento de canal físico. Estas operações podem mudar a ordem dos bits em Q' pelo ar.

A FIG. 2 é um diagrama de blocos de um receptor 200 para recebimento de transmissões pelo canal. Conforme mostrado, receptor 200 compreende um decodificador de convolução 201, uma pluralidade de (pelo menos um) desentrelaçadores 203 (apenas um rotulado), a

demultiplexador 205, um adicionador / removedor de símbolo 207, e um circuito de recepção 209.

Durante uma operação, o circuito de recepção 209 recebe uma transmissão pelo canal 113. De modo similar ao
5 circuito de transmissão 109, o circuito de recepção 209 compreende um circuito comum conhecido na técnica para recepção pelo canal communications utilizando-se um protocolo de comunicação bem conhecido, e serve como um meio para a recepção e a demodulação de símbolos. Por
10 exemplo, o circuito de recepção 209 compreende um circuito bem conhecido que utiliza o protocolo de sistema de comunicação de 3GPP. Outros receptores possíveis incluem, mas não estão limitados a receptores utilizando Bluetooth, IEEE 802.11, ou protocolos de HyperLAN.

15 Uma vez que a transmissão pelo canal 113 seja recebida, o circuito de recepção 209 demodula o sinal recebido e passa um vetor recebido Q' para o adicionador / removedor de símbolo 207. Por exemplo, os elementos do vetor recebido Q' podem representar relações de log
20 probabilidade (LLRs). Conforme discutido acima, uma vez que as taxas de transmissão pelo canal podem diferir de $R_0 * x$ ksímbolo/segundo, o vetor recebido Q' pode ter sido modificado para combinação com a taxa de transmissão pelo canal. Por causa disto, o vetor recebido Q' é introduzido
25 no adicionador / removedor de símbolo 207 para a produção de um vetor recebido Q o qual tem uma taxa de $R_0 * x$. O adicionador / removedor de símbolo 207 mapeia os elementos do vetor recebido Q' para o vetor recebido Q começando na posição L_i . Se vetor recebido Q' tiver um comprimento de N_c
30 e N_c for menor do que $R_0 * K$, $R_0 * K - N_c$ elementos nulos (por

exemplo, LLRs correspondendo a uma confiança substancialmente zero) podem ser inseridos após os N_c elementos de Q' serem colocados em um vetor correspondente a Q .

5 Por exemplo, com $L_i = R_0 * K / 2$, o comprimento de Q' sendo $N_c = R_0 * K / 2$, a entrada do adicionador / removedor de símbolo 207 é o vetor recebido Q' com elementos rotulados $Q'(i)$, $i=1, \dots, R_0 * K / 2$. Estes elementos correspondem aos símbolos entrelaçados multiplexados em Q com índices
 10 $i=R_0 * K / 2 + 1, \dots, R_0 * K$. O vetor de saída de 207 pode ser $[0, 0, \dots, Q'(1), \dots, Q'(R_0 * K / 2)]$, onde 0 representa os elementos nulos inseridos, tais como LLRs de valor nulo.

Se o comprimento do vetor recebido Q' for maior do que $R_0 * K$, múltiplos elementos de Q' são mapeados na mesma
 15 localização de Q . Neste caso, aqueles múltiplos elementos podem ser combinados, por exemplo, pela adição de LLRs. Por exemplo, com $L_i=1$ e o comprimento de Q' sendo $N_c=3/2 * R_0 * K$, a entrada do adicionador / removedor de símbolo 207 é o vetor recebido de $Q'=[Q'(1), Q'(2), \dots, Q'(R_0 * K), Q'(R_0 * K + 1),$
 20 $Q'(R_0 * K + 2), \dots, Q'(3 * R_0 * K / 2)]$, a saída de 207 pode ser $[Q'(1) + Q'(R_0 * K + 1), \dots, Q'(R_0 * K / 2) + Q'(3 * R_0 * K / 2),$
 $Q'(R_0 * K / 2 + 1), \dots, Q'(R_0 * K)]$.

Em um sistema de comunicação que implementa uma requisição de repetição automática híbrida (HARQ),
 25 múltiplas transmissões do mesmo vetor de informação podem ocorrer, devido, por exemplo, à decodificação mal sucedida (estimativa incorreta de vetor de informação) de transmissões prévias do mesmo vetor de informação ou um reconhecimento mal sucedido do status de decodificação. Em
 30 uma outra modalidade da invenção, a saída do adicionador /

removedor de símbolo 207 para esta recepção pode ser combinada com a saída do adicionador / removedor de símbolo 207 a partir de uma recepção prévia. A combinação pode correr quando a primeira recepção não puder ser

5 decodificada de forma bem sucedida em uma estimativa correta de vetor de informação. O receptor assim envia uma indicação que um primeiro vetor Q' foi recebido de forma imprópria e requisita a partir do transmissor um segundo vetor Q' também derivado a partir do vetor Q . O transmissor

10 recebe uma indicação que um primeiro Q' foi recebido de forma imprópria; e constrói e transmite o segundo Q' a partir do vetor Q . No caso de redundância em incremento, o segundo Q' pode conter símbolos a partir do primeiro Q' , embora uma tentativa possa ser feita de minimização da

15 superposição entre os primeiro e segundo Q' . A modalidade preferida é que o segundo Q' difere do primeiro Q' . No caso de uma combinação de Chase (ou de uma combinação parcial de Chase), o segundo Q' é um subconjunto do ou igual ao primeiro Q' . A requisição de retransmissão e a resposta

20 podem ocorrer várias, vezes, até o vetor de informação ser decodificado corretamente ou um número máximo de transmissões ser atingido. Os vetores de sinal recebido Q' a partir de todas as transmissões relacionadas ao mesmo

25 vetor de informação.

Em um exemplo de combinação, seja $N_c = R_0 * K / 2$ para ambas as recepções. Seja $L_{i-1} = 1$ e o vetor $Q_{i-1}' = [Q(1), Q(2), \dots, Q(R_0 * K / 2)]$ foi enviado para a $(i-1)$ -ésima transmissão. Seja $L_i = R_0 * K / 2 + 1$ e o vetor $Q_i' = [Q(R_0 * K / 2 + 1), Q(R_0 * K / 2 + 2), \dots, Q(R_0 * K)]$ a ser enviado para a i -ésima transmissão. Os

30

vetores recebidos na $(i-1)$ -ésima e na i -ésima transmissão podem ser combinados em 207 para a formação do vetor $Q = [Q_{i-1}', Q_i'] = [Q(1), Q(2), \dots, Q(R_0 \cdot K/2), Q(R_0 \cdot K/2+1), Q(R_0 \cdot K/2+2), \dots, Q(R_0 \cdot K)]$. Um tipo de redundância em
 5 incremento de combinação como este pode melhorar a performance do sistema.

Em um outro exemplo de combinação, seja $N_c = 3 \cdot R_0 \cdot K/4$ para ambas as transmissões. Seja $L_{i-1} = 1$ e o vetor $Q_{i-1}' = [Q_{i-1}'(1), Q_{i-1}'(2), \dots, Q_{i-1}'(3 \cdot R_0 \cdot K/4)]$ a ser enviado para a
 10 $(i-1)$ -ésima transmissão. O vetor Q_{i-1}' corresponde aos primeiros $3 \cdot R_0 \cdot K/4$ elementos de Q . Seja $L_i = N_c$ e vetor $Q_i' = [Q_i'(1), Q_i'(2), \dots, Q_i'(3 \cdot R_0 \cdot K/4)] = [Q(3 \cdot R_0 \cdot K/4+1), \dots, Q(R_0 \cdot K), Q(1), Q(2), \dots, Q(R_0 \cdot K/2)]$ a ser enviado para a i -ésima transmissão. A $(i-1)$ -ésima e na i -ésima
 15 transmissões podem ser combinadas no receptor para a formação de um vetor $[Q_{i-1}'(1) + Q_i'(R_0 \cdot K/4+1), Q_{i-1}'(2) + Q_i'(R_0 \cdot K/4+2), \dots, Q_{i-1}'(R_0 \cdot K/2) + Q_i'(3 \cdot R_0 \cdot K/4), Q_{i-1}'(R_0 \cdot K/2+1), \dots, Q_{i-1}'(3 \cdot R_0 \cdot K/4), Q_i'(1), \dots, Q_i'(R_0 \cdot K/4)]$. Na discussão acima, é assumido que se o mesmo
 20 símbolo indexado (para Q) for recebido múltiplas vezes no receptor (a partir da mesma transmissão ou de múltiplas transmissões), os valores recebidos serão combinados via adição. Contudo, outros tipos de combinação de código são possíveis, por exemplo, uma combinação de relação de
 25 máximo, uma combinação de ganho igual.

Uma vez que o adicionador / removedor de símbolo 207 tenha produzido o vetor recebido correspondente a Q , o vetor é extraído para o demultiplexador 205 onde ele é demultiplexado para a produção de vetores recebidos
 30 correspondentes a $P_0', P_1', \dots, P_{R_0}'$. Cada vetor $P_0', P_1',$

. . . , P_{R0}' é introduzido no desentrelaçador 203 (o qual pode ser o mesmo ou desentrelaçadores diferentes 203), e vetores recebidos $P_0, P_1, . . . , P_{R0}$ são extraídos a partir de desentrelaçadores 203. Os vetores recebidos correspondentes a $P_0, P_1, . . . , P_{R0}$ are então introduzidos no decodificador de convolução 201 e decodificados apropriadamente para a produção do vetor de informação estimado.

A FIG. 3 é um fluxograma que mostra a operação do transmissor da FIG. 1. O fluxo lógico começa na etapa 301 onde dados representados por um vetor de informação de comprimento K entram codificador de convolução 101. O codificador 101 codifica bits de informação a partir do vetor de informação a uma taxa de codificação (R_0) para a produção de vetores de símbolo de dados $P_1, P_2, . . . , P_{R0}$ (etapa 303). Os vetores $P_1, . . . , P_{R0}$ são introduzidos em entrelaçadores 103 e vetores $P_1', P_2', . . . , P_{R0}'$ são extraídos por entrelaçadores 103 na mesma taxa de símbolo de dados em que eles foram introduzidos (por exemplo, taxa de x ksímbolo/segundo) (etapa 305). Conforme discutido, cada vetor $P_1, . . . , P_{R0}$ é entrelaçado separadamente. Isso pode envolver o uso de entrelaçadores diferentes em cada $P_1, . . . , P_{R0}$.

Os símbolos de dados entrelaçados $P_1', P_2', . . . , P_{R0}'$ são extraídos a partir de cada entrelaçador a x ksímbolo/segundo, e entram no multiplexador 105 onde eles são multiplexados para a produção do vetor Q (etapa 307). Os símbolos entrelaçados multiplexados Q são introduzidos no adicionador / removedor de símbolo 107 onde símbolos apropriados são adicionados ou removidos para combinação da

taxa de transmissão pelo canal, produzindo Q' (etapa 309). Finalmente, na etapa 311 o vetor Q' é passado para circuito de transmissão 109 onde ele é transmitido via a transmissão pelo canal 113. No caso em que Q' é maior do que Q (isto é, a taxa alvo de $1/R$ é menor do que o código mãe de taxa $1/R_0$), os bits a partir de Q podem ser repetidos $t = \lfloor R/R_0 \rfloor$ vezes, com o restante cobrindo $(R - R_0 t)K$ seções de Trellis, distribuídas de forma aproximadamente uniforme pelo Trellis inteiro.

10 A FIG. 4 é um fluxograma que mostra a operação do receptor de FIG. 2. O receptor 200 estima o vetor de informação a partir do vetor recebido de sinal Q' . Na etapa 401 o circuito de recepção 209 recebe uma transmissão pelo canal 113. Uma vez que a transmissão pelo canal 113 seja
15 recebida, o circuito de recepção 209 demodula o sinal recebido para a produção do vetor Q' (etapa 403) e passa vetor Q' para o adicionador / removedor de símbolo 207 onde os elementos apropriados, tais como bits para um decodificador de decisão inflexível ou relações de log
20 probabilidade (LLRs) para um decodificador de decisão flexível, são inseridos / combinados para a produção do vetor Q (etapa 405). Uma vez que o adicionador / removedor de símbolo 207 tenha produzido o vetor Q , o vetor é extraído para o demultiplexador 205 onde ele é
25 demultiplexado para a produção de vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ (etapa 407). Cada vetor $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ é introduzido no desentrelaçador 203 (o qual pode ser o mesmo ou desentrelaçadores 203 diferentes) onde os vetores P_1, P_2, \dots, P_{R_0} são produzidos (etapa 409) pelo
30 desentrelaçamento dos vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$. Na etapa

411 os vetores P_1, P_2, \dots, P_{R_0} são introduzidos no decodificador de convolução 201 e apropriadamente decodificados para a produção da estimativa do vetor de informação, o qual tem um comprimento K . No dito acima o
5 vetor no receptor que corresponde ao vetor no transmissor é rotulado com a mesma variável, tal como Q .

Os métodos de transmissor e de receptor descritos acima oferecem benefícios quando usados com códigos de convolução. Em primeiro lugar, os fluxos de saída do
10 codificador de convolução são de importância igual em um codificador baseado em Trellis, e, portanto, são tratados da mesma forma no procedimento de combinação de taxa. Em particular, aproximadamente o mesmo número de bits pode ser enviado a partir de cada fluxo de paridade. Isto está em
15 contraste com um turbocódigo, onde no processo de decodificação iterativo o fluxo de informação (bits sistemáticos) é priorizado e, portanto, pode ser enviado antes dos fluxos de paridade remanescentes serem enviados. Por exemplo, com um código de $R=3/4$ e 300 bits de
20 informação, um turbocódigo pode enviar 290 bits de informação a partir do fluxo de informação e 10 bits no total a partir de outros fluxos de paridade. Usando os métodos acima com $R_0=3$ e com um código alvo de $3/4$ e 300 bits de informação, aproximadamente 133 bits são tomados a
25 partir de cada três fluxos (o primeiro dos quais podendo ser um fluxo de informação, se o código for sistemático). Em segundo lugar, com um código de convolução, as posições de paridade perfuradas (isto é, bits não selecionados a partir de Q para estarem em Q') devem ser distribuídos
30 tanto quanto possível em seções de Trellis diferentes no

decodificador. Nos métodos acima, esta distribuição pode ser realizada usando-se um entrelaçador diferente para cada fluxo de paridade, conforme será descrito em maiores detalhes abaixo. Com um turbocódigo, uma decodificação iterativa é possível, desde que os bits de paridade de cada código
5 constituinte estejam disponíveis; uma decodificação iterativa torna o código menos sensível às localizações individuais de posições de paridade perfuradas.

Em um exemplo, as etapas de entrelaçamento de vetores
10 P_1, P_2, \dots, P_{R_0} (cada um de comprimento K) separadamente e, então, de multiplexação deles pode ser obtida usando-se um entrelaçador equivalente que entrelaça um vetor concatenado de comprimento $R_0 \cdot K$. O vetor concatenado é formado pela concatenação de P_1, P_2, \dots, P_{R_0} .

15 Em um outro exemplo, os procedimentos (entrelaçamento, multiplexação, adição / remoção de símbolos a partir de Q) para determinação do vetor Q' podem ser obtidos de forma equivalente pela seleção dos símbolos apropriados a partir de cada vetor P_1, P_2, \dots, P_{R_0} .

20 As descrições acima assumiram que o código de convolução produz R_0 símbolos de saída por cada bit de informação. Alguém de conhecimento comum na técnica reconhecerá que a taxa de código mãe do código de convolução A/R_0 , A sendo um inteiro positivo, isto é, R_0
25 símbolos de saída são gerados para todos A bits de informação de entrada.

Embora uma forma simples de entrelaçamento tenha sido descrita acima, alguém de conhecimento comum na técnica reconhecerá que outras formas de entrelaçamento podem ser
30 usadas. Por exemplo, um sub-bloco de símbolos (P) a serem

entrelaçados pode ser escrito em um arranjo em endereços de 0 até o número de símbolos menos 1, $(K-1)$, e os símbolos entrelaçados podem ser lidos, então, em uma ordem permutada com o i -ésimo símbolo sendo lido a partir de um endereço

5 AD_i ($i=0, \dots, K-1$), conforme se segue:

1. Determinação de parâmetros de entrelaçador de sub-bloco, M e J .

2. Inicializar os contadores i e j para 0;

3. Encontrar um endereço de saída de tentativa

10
$$T_j = 2^M(j \bmod J) + BRO_M(\lfloor j/J \rfloor + \Delta) \bmod 2^M, 0 \leq \Delta \leq 2^M - 1,$$

onde $BRO_M(y)$ indica um valor de símbolo M de símbolo revertido de y , e para sub-blocos s , $\Delta = \lceil (s-1) * 2^M / R_0 \rceil$, $s=1, \dots, R_0$ e

4. Tendo $AD_i = T_j$, e incrementando i e j em 1, se T_j

15 for menor do que K ; caso contrário, T_j é descartado e j é incrementado em um;

5. Repetir as etapas 3 e 4, até que todos os endereços de saída de entrelaçador AD_i ($i=0, \dots, K-1$) sejam obtidos.

Se $K'=2^M \times J$, a função de entrelaçamento etapa 3 pode ser

20 interpretada como (a) a escrita de uma seqüência de 0 a $K'-1$ em uma tabela de 2^M linhas e J colunas de uma maneira coluna por coluna, começando a partir do canto superior esquerdo (índice de linha = 0, índice de coluna = 0); (b) a função BRO_M reordena as linhas na tabela; (c) leitura linha

25 por linha começando a partir da Δ -ésima linha, circulando até a primeira linha se $\Delta \geq 2^M$. A seqüência de leitura é a seqüência $\{T_j\}$. Estas três etapas são ilustradas na FIG. 5.

Os parâmetros M e J podem ser determinados usando-se regras simples. Por exemplo,

$$J = 1, M = \lceil \log_2(K) \rceil, \quad \text{se } K \leq 64;$$

$$J = 2, M = \lceil \log_2(K/2) \rceil, \quad \text{caso contrário.}$$

Pelo uso de um valor de Δ diferente para diferentes fluxos de símbolo (o que resulta em entrelaçadores 103 diferentes (e desentrelaçadores 203 correspondentes a 103)), é assegurado que os símbolos adjacentes na seqüência Q , $[P_1'(i), P_2'(i)]$ for $1/R_0=1/2$ (ou $[P_1'(i), P_2'(i), P_3'(i)]$ para $1/R_0=1/3$), sejam de seções de Trellis diferentes do código de convolução. O uso de um valor de Δ diferente para diferentes fluxos de símbolo minimiza as oportunidades de perfuração de símbolos de dados a partir da mesma seção de Trellis, e dispersa os símbolos perfurados em um fluxo de símbolo de dados.

O esquema acima tem a vantagem da simplicidade e da eficiência, se comparado com um esquema usando padrões de perfuração. Pela tomada do número necessário de símbolos a partir de Q , uma taxa de código de qualquer granularidade pode ser obtida. Uma retransmissão para IR pode ser obtida pela escolha de símbolos a partir de Q que tenham uma superposição mínima em relação a transmissões prévias. A performance de correção de erro é melhorada pelo envio de símbolos de dados que são uniformemente distribuídos pelo código de Trellis.

Diferentemente de padrões de perfuração, o esquema também é flexível com comprimentos de vetor de informação diferentes. Isto é obtido pela definição de um método de entrelaçamento de sub-bloco o qual é flexível com comprimento de vetor. Por exemplo, se apenas um entrelaçamento de sub-bloco de tamanhos discretos for definido, então, os bits de enchimento, tais como zeros,

poderão ser preenchidos em cada fluxo, antes de um entrelaçamento de sub-bloco. Aqueles bits de preenchimento podem ser descartados após um entrelaçamento de sub-bloco.

Embora a invenção tenha sido particularmente mostrada e descrita com referência a uma modalidade em particular, 5 será entendido por aqueles versados na técnica que várias mudanças na forma e nos detalhes podem ser feitas ali, sem que se desvie do espírito e do escopo da invenção. Por exemplo, os entrelaçadores de sub-bloco mostrados acima são 10 apenas exemplos. Outras definições de entrelaçamento podem ser usadas. Pretende-se que tais mudanças venham no escopo das reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para operação de um transmissor, o método caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

5 codificação de um vetor de informação para a produção de vetores de símbolo de dados P_1, P_2, \dots, P_{R_0} ;

entrelaçamento dos vetores P_1, \dots, P_{R_0} para a produção de vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$, onde cada vetor P_1, \dots, P_{R_0} é entrelaçado separadamente;

10 multiplexação dos vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ para a produção do vetor Q ;

adição ou remoção de símbolos de Q para a formação de um vetor Q' que tem uma taxa que combina com uma taxa de transmissão pelo canal, onde Q' compreende símbolos a partir de cada vetor $P_i', i=1, 2, \dots, R_0$; e

15 a transmissão do vetor Q' pelo canal; em que as etapas de entrelaçamento dos vetores P_1, \dots, P_{R_0} compreendem a etapa de uso de um entrelaçador para P_i o qual é diferente de um entrelaçador usado para P_j , para certo $i \neq j, 1 \leq i, j \leq R_0$.

20 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de os vetores P_1, P_2, \dots, P_{R_0} serem vetores de paridade não iguais ao vetor de informação.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a etapa de entrelaçamento do
25 vetor $P_s, 1 \leq s \leq R_0$ compreender as etapas de:

escrita de um vetor em um arranjo nos endereços de 0 a K menos 1, $(K - 1)$, onde K é o comprimento do vetor de informação; e

30 leitura de símbolos entrelaçados em uma ordem permutada com um iésimo símbolo sendo lido a partir de um

endereço AD_i ($i=0, \dots, K-1$), através das etapas a seguir:

i) determinação de parâmetros de entrelaçador de sub-bloco, M e J ;

ii) inicializar i e j para 0;

5 iii) encontrar um endereço de saída de tentativa

$$T_j = 2^M(j \bmod J) + BRO_M(\lfloor j/J \rfloor + \Delta) \bmod 2^M, \quad 0 \leq \Delta \leq 2^M - 1, \quad \text{onde}$$

$BRO_M(y)$ indica um valor de símbolo M de símbolo revertido de y , e para sub-blocos s , $\Delta = \lceil (s-1) * 2^M / R_0 \rceil$, $s=1, \dots, R_0$; e

10 iv) tendo $AD_i = T_j$, e incrementando i e j em 1, se T_j for menor do que K ; caso contrário, T_j é descartado e j é incrementado em um;

v) repetir as etapas iii e iv, até que todos os endereços de saída de entrelaçador AD_i ($i=0, \dots, K-1$)

15 sejam obtidos.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de $Q = [P_1'(1), P_2'(1), \dots, P_{R_0}'(1), P_1'(2), P_2'(2), \dots, P_{R_0}'(2), \dots, P_1'(K), P_2'(K), \dots, P_{R_0}'(K)]$, onde K é o comprimento do vetor de informação.

20 5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de $Q = [P_1'(1), P_1'(2), P_2'(1), P_2'(2), \dots, P_{R_0}'(1), P_{R_0}'(2), P_1'(3), P_1'(4), P_2'(3), P_2'(4), \dots, P_{R_0}'(3), P_{R_0}'(4), \dots, P_1'(K-1), P_1'(K), P_2'(K-1), P_2'(K), \dots, P_{R_0}'(K-1), P_{R_0}'(K)]$, onde K é o comprimento do vetor de

25 informação.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender a etapa de:

recebimento de uma indicação que um primeiro Q' foi recebido de forma imprópria; e

30 derivação e transmissão de um segundo Q' a partir do

vetor Q .

7. Método para operação de um receptor que estima um vetor de informação, o método caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

5 recebimento de um vetor de sinal Q' pelo canal, onde Q' compreende símbolos a partir de cada vetor P_i' , $i=1, 2, \dots, R_0$;

adição ou remoção de símbolos de Q' para a formação de um vetor Q ;

10 demultiplexação do vetor Q para a produção de uma pluralidade de vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$;

desentrelaçamento de $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ para a produção de vetores P_1, \dots, P_{R_0} , onde cada vetor $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ é desentrelaçado separadamente; e

15 decodificação de $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ para a produção do vetor de informação estimado; em que a etapa de desentrelaçamento dos vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ compreende a etapa de uso de um desentrelaçador para P_i que é diferente de um desentrelaçador usado para desentrelaçar P_j , para certo $i \neq j$, $1 \leq i, j \leq R_0$.

8. Aparelho, caracterizado pelo fato de compreender:

um codificador que codifica um vetor de informação para a produção de vetores de símbolo de dados P_1, P_2, \dots, P_{R_0} ;

25 pelo menos um entrelaçador para o entrelaçamento dos vetores P_1, \dots, P_{R_0} para a produção de vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$, onde cada vetor P_1, \dots, P_{R_0} é entrelaçado separadamente;

um multiplexador que multiplexa os vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ para a produção do vetor Q ;

30

um adicionador/removedor de símbolo que adiciona ou remove símbolos de Q para a formação de um vetor Q' que tem uma taxa que combina com uma taxa de transmissão pelo canal, onde Q' compreende símbolos a partir de cada vetor

5 $P_i', i=1, 2, \dots, R_0$; e

um transmissor que transmite o vetor Q' pelo canal; em que pelo menos um entrelaçador compreende um entrelaçador usado para entrelaçar P_i , que é diferente do entrelaçador usado para entrelaçar P_j , para certo $i \neq j, 1 \leq i, j \leq R_0$.

10 9. Aparelho, caracterizado pelo fato de compreender:

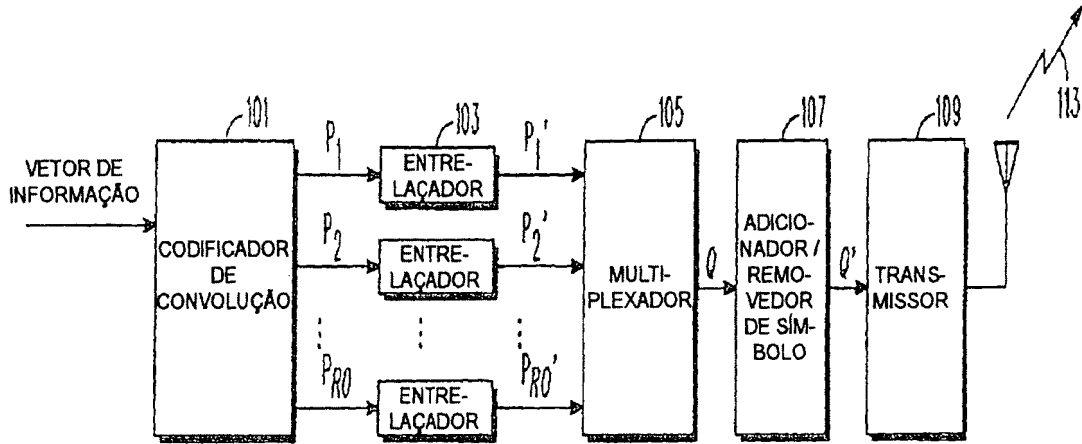
um receptor que recebe um vetor de sinal Q' pelo canal, onde Q' compreende símbolos a partir de cada vetor $P_i', i=1, 2, \dots, R_0$;

um adicionador/removedor de símbolo que adiciona ou
15 remove símbolos de Q' para a formação de um vetor Q ;

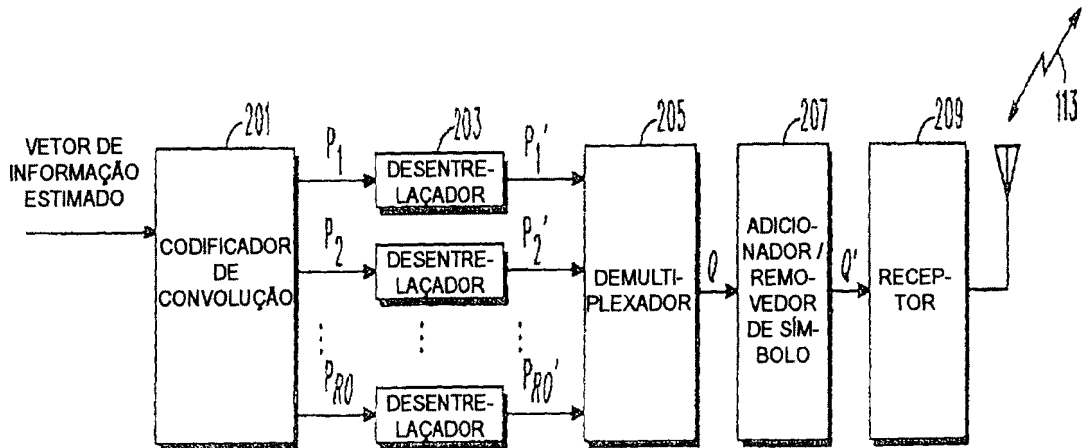
um demultiplexador que demultiplexa o vetor Q para a produção de uma pluralidade de vetores $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$;

pelo menos um desentrelaçador que desentrelaça $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ para a produção de vetores P_1, \dots, P_{R_0} , onde
20 cada vetor $P_1', P_2', \dots, P_{R_0}'$ é desentrelaçado separadamente;
e

um decodificador que decodifica P_1, P_2, \dots, P_{R_0} para a produção do vetor de informação estimado; em que pelo menos um desentrelaçador compreende um desentrelaçador usado para
25 desentrelaçar P_i que é diferente de um desentrelaçador usado para desentrelaçar P_j , para certo $i \neq j, 1 \leq i, j \leq R_0$.



100
FIG. 1



200
FIG. 2

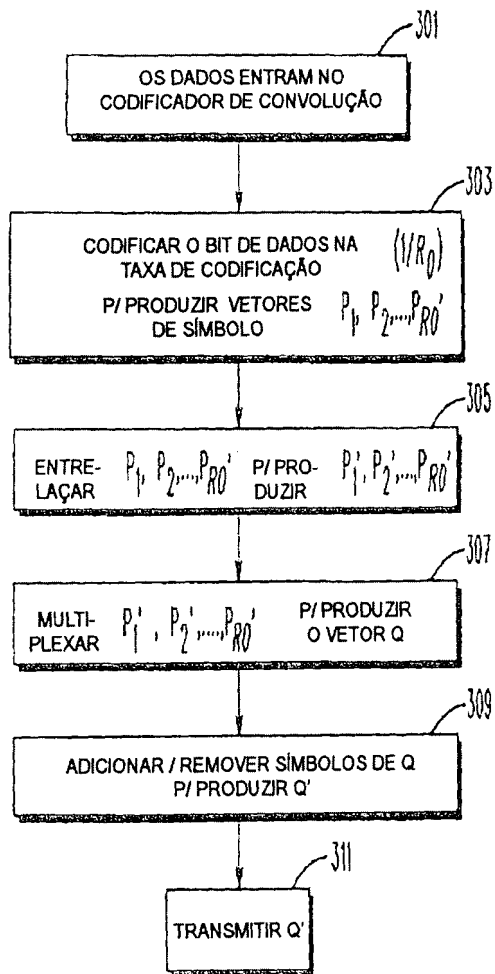


FIG. 3

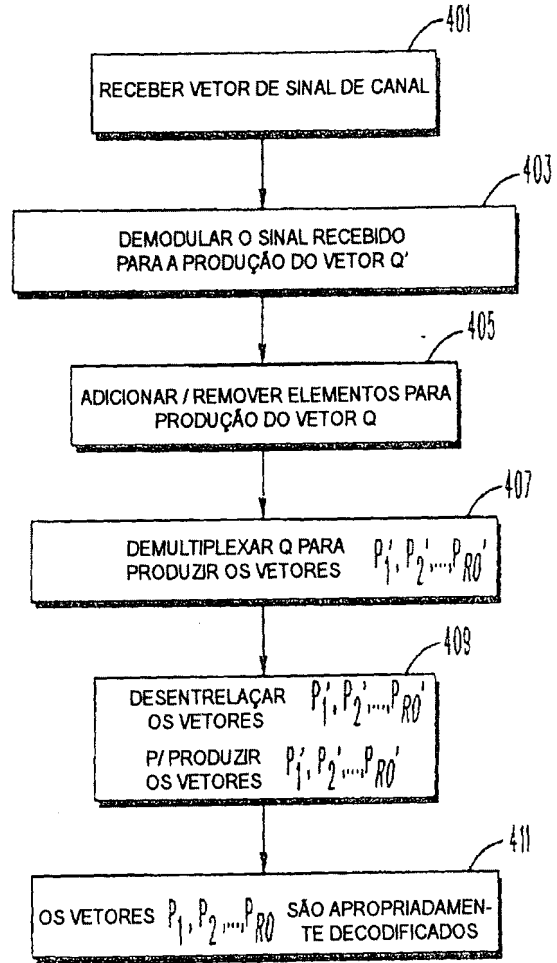
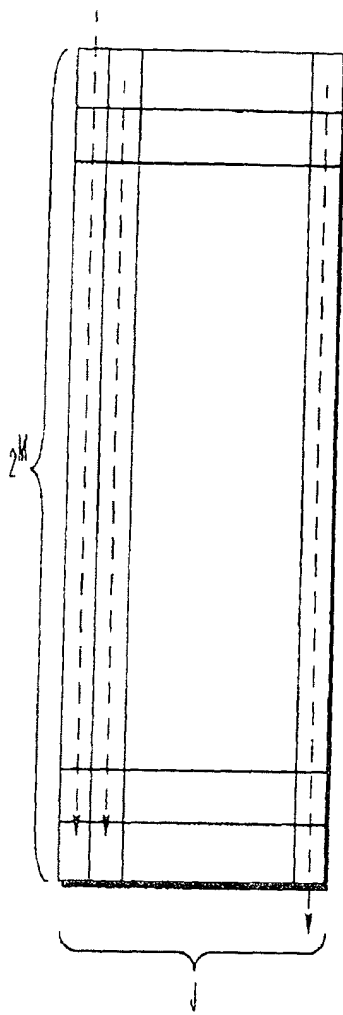


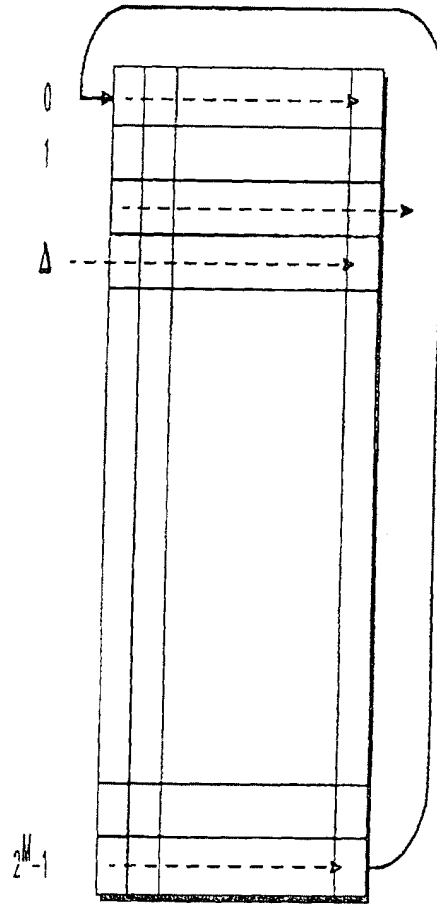
FIG. 4



(a) ESCREVER EM COLUNA
POR COLUNA COMEÇANDO
A PARTIR DO CANTO
SUPERIOR ESQUERDO



(b) REORDENAR POR
BRO AS LINHAS



(c) LER LINHA POR LINHA
COMEÇANDO A PARTIR DA
 Δ -ÉSIMA LINHA

FIG. 5

Resumo**MÉTODO E APARELHO PARA A GERAÇÃO DE UM VETOR DE SÍMBOLO
PERFURADO PARA UM DADO VETOR DE INFORMAÇÃO**

Um método e um aparelho para a codificação e a
5 decodificação de dados são descritos aqui. Durante uma
operação, os dados entram em um codificador de convolução
(101). O codificador codifica os bits de informação a
partir dos dados a uma taxa de codificação ($1/R_0$) para a
produção de vetores de símbolo de dados P_0, P_1, \dots, P_{R_0} .
10 Os vetores P_1, \dots, P_{R_0} são entrelaçados cada um
separadamente para a formação de vetores $P_0', P_1', \dots,$
 P_{R_0}' . Um multiplexador (105) multiplexa $P_0', P_1', \dots, P_{R_0}'$
para a produção do vetor Q . Os símbolos entrelaçados
multiplexados Q são introduzidos em um adicionador /
15 removedor de símbolo (107), onde símbolos apropriados são
adicionados ou removidos para combinação com uma taxa de
transmissão pelo canal. Finalmente, o vetor Q' é
transmitido através da transmissão pelo canal.