República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0109489-0 B1

(22) Data do Depósito: 21/03/2001

(45) Data de Concessão: 12/02/2019

(54) Título: APARELHO E MÉTODO DE CODIFICAÇÃO EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO CDMA

(51) Int.Cl.: H04W 24/10; H04W 72/12; H04W 74/04; H04B 1/707; H04W 52/02; (...).

(52) CPC: H04W 72/0413; H04W 72/1278; H04B 1/707; H04W 28/06; H04W 52/0219.

(30) Prioridade Unionista: 05/07/2000 KR 2000-38399; 21/03/2000 KR 2000-14355.

(73) Titular(es): SAMSUNG ELETRONICS CO., LTD..

(72) Inventor(es): JAE-YOEL KIM; SOON-YOUNG YOON; HEE-WON KANG; HO-KYU CHOI; HYUN-WOO LEE.

(86) Pedido PCT: PCT KR2001000444 de 21/03/2001

(87) Publicação PCT: WO 2001/071936 de 27/09/2001

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/09/2002

(57) Resumo: "APARELHO E MÉTODO DE CODIFICAÇÃO EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO CDMA" É fornecido um aparelho e método de codificação em um sistema de comunicação CDMA. Para codificar informação de entrada de uma seqüência de bit k e gerar uma palavra de código com comprimento N>(2^ k^-1), o codificador codifica a informação de entrada utilizando um código simplex (r, k) e gera uma seqüência de símbolos de código de comprimento r (r=2k-l) , um repetidor repete a seqüência de símbolos de código t vezes (t= N/r +1), e um perfurador efetua a perfuração A vezes (A=rt-N) nas t seqüências de símbolo de código repetidos de modo que os códigos resultantes tenham o comprimento N. Os símbolos perfurados são distribuídos uniformemente através das seqüências de símbolo de código repetidas ou limitado à t^ ésima^ seqüência de símbolo de código repetido.

APARELHO E MÉTODO DE CODIFICAÇÃO EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO CDMA

HISTÓRICO DA INVENÇÃO

1. Campo da invenção

[001] A presente invenção relaciona-se genericamente a um aparelho e método de codificação em um sistema de comunicação e, em particular, a um aparelho e método em um sistema de comunicação CDMA.

2. Descrição da tecnologia relacionada

[002] Pesquisa tem sido ativamente realizada sobre a transmissão em altas velocidades de quadros em um sistema de comunicação móvel CDMA (Code Division Multiple Access - Acesso Múltiplo de Divisão por Código). Um sistema com uma estrutura de canal para a transmissão de quadros a altas velocidades denomina-se sistema HDR (High Data Rate - Velocidade de Dados Alta).

[003] O sistema HDR transmite quadros de dados a uma velocidade de dados fixa ou a uma velocidade de dados variável. Como a velocidade de dados pode ser modificada em serviços de velocidade variável, a estrutura dos quadros (velocidade de código, repetição do código, etc.) determinada pela velocidade de transmissão deve ser conhecida do receptor.

[004] O assim-chamado "RRI (Reverse Rate Indicator - Indicador de Velocidade Inversa)" fornece a estrutura de um quadro que está atualmente sendo transmitido quando quadros são transmitidos a velocidades diferentes. Serviços de velocidades diferentes são fornecidos confiavelmente pelo RRI. Uma utilização de RRI de exemplo é ilustrada na Figura 1.

[005] A Figura 1 é um diagrama de blocos de um transmissor para uma estação móvel em um sistema CDMA convencional. Supõe-se aqui que o sistema CDMA é um sistema HDR, um quadro de transmissão tem 16 slots e 16 símbolos de códigos são transmitidos em um slot (isto é, 256 símbolos de código são transmitidos em um quadro para transmissão de um RRI).

[006] Com referência à Figura 1, um codificador 100 codifica os bits de informação RRI. Para a entrada de três bits RRI, o codificador 100 emite oito símbolos de código em 0s ou 1s através de (8, 3) codificação ortogonal. Um repetidor 110 repete os símbolos de código 32 vezes (cada símbolo de código ocorre 32 vezes consecutivas) e emite um total de 256 símbolos (=32x8). Um mapeador de sinal 120 converte 0s e 1s para 1s e -1s, respectivamente. Um multiplicador 135 espalha os símbolos convertidos pelos chips convertidos ((+1, +1, +1, +1) de código Walsh #0 de comprimento 4 através de multiplicação e emite os símbolos espalhados em unidades de chip. Um multiplexador (MUX) 140 multiplexa por tempo os símbolos em base de chip com outros sinais 1 e 2. Os sinais 1 e 2 podem ser informação DRC (Data Rate Control - Controle de Velocidade de Dados). Um sinal de saída I' do multiplexador 140 e um sinal de dados Q' são aplicados à entrada de um espalhador complexo 150. O espalhador complexo 150 multiplica-complexo os sinais I1 e Q1 por PN códigos de espalhamento PNI e PNQ. Isto é, o espalhador complexo 150 multiplica um sinal de entrada (I'+jQ') por um código de espalhamento PN (PNI+jPNQ) e emite um sinal de componente real I e um sinal de componente imaginário Q. Filtros de banda base 160 e 165

efetuam a filtragem de banda base no sinal de componente real I e no sinal de componente imaginário Q, respectivamente. Os multiplicadores 170 e 175 multiplicam o sinal de componente real I e o sinal de componente imaginário Q recebidos dos filtros de banda base 160 e 165 pelas portadoras cos(2πfct) e sin(2πfct), respectivamente. Um somador 180 soma os resultados da multiplicação e emite a soma como um sinal de transmissão.

[007] A Figura 2 é um diagrama de blocos de um receptor que é a contraparte do transmissor da Figura 1 para uma estação base no sistema CDMA HDR. Supõe-se que o quadro transmitido do transmissor tem 16 slots e 16 símbolos de código são transmitidos para a transmissão de um RRI em um slot (isto é, 256 símbolos de código são transmitidos em um quadro).

[008] Com referência à Figura 2, os multiplicadores 270 e 275 multiplicam um sinal de entrada por cos(2πfct) e sin(2πfct), respectivamente. Filtros de casamento 260 e 265 filtram os resultados da multiplicação dos multiplicadores 270 e 275 e emitem os sinais I e Q filtros-casados. Um desespalhador complexo 250 desespalha os sinais I e Q para os sinais I' e Q'. Um demultiplexador 240 demultiplexa por tempo o sinal I' em outros sinais 1 e 2 e um sinal para um RRI. Um acumulador 235 acumula o sinal RRI em base de 4 chips e emite 256 símbolos. O acumulador de símbolos 210 recebe os símbolos acumulados. O acumulador de símbolos 210 é a contraparte do repetidor 110 mostrado na Figura 1. Um decodificador 200, a contraparte do codificador 100 da Figura 1, decodifica oito símbolos recebidos do acumulador de símbolos 210 e emite bits de informação RRI. Se o

codificador 100 for um codificador ortogonal (8, 3), o decodificador 200 pode calcular uma transformada inversa rápida de Hadamard.

[009] Existem oito valores RRI para um RRI de três bits. O RRI é informação essencial para a interpretação dos quadros de serviço em um receptor. Portanto, se ocorrer um erro de transmissão, o receptor não pode interpretar os quadros de serviço com confiabilidade. Para permitir ao receptor corrigir o erro de transmissão no RRI, o RRI é normalmente codificado para correção de erro.

[0010] A Figura 3 ilustra um aparelho de decodificação convencional para o codificador 100 no sistema HDR mostrado na Figura 1. Valores RRI de três bits relacionados a suas palavras de código após a codificação de correção de erro são mostrados na Figura 3. Por exemplo, o codificador 100 pode ser uma memória para armazenar uma série de valores RRI e suas palavras de código após a codificação de correção de erro.

[0011] Como é mostrado na Figura 3, os valores RRI de 0 a 7 são expressos em três bits binários que variam de 000 a 111. Um codificador ortogonal (8, 3) 300 emite uma palavra de código RRI de oito símbolos para a entrada de um valor RRI. Isto é, um valor RRI de três bits é inserido no codificador 100 e um código de comprimento 8 é selecionado de uma memória (ou outro armazenamento) de acordo com o valor RRI de entrada. Uma distância mínima entre códigos é 4 no codificador ortogonal 300. Após os símbolos de código serem repetidos 31 vezes (cada símbolo de código ocorre 32 vezes consecutivas) no repetidor 110 da Figura 1, a distância mínima é 128 (=4x32) do ponto de vista de um

código (256, 3).

[0012] A capacidade de correção de erro de códigos lineares binários é determinada pela distância mínima entre códigos lineares. Para obter detalhes de uma distância mínima entre códigos lineares binários como códigos ótimos, ver "An Updated Table of Minimum-Distance Bounds for Binary Linear Codes", A.E. Brouwer e Tom Verhoeff, IEEE Transactions on Information Theory, Vol. 39, No. 2, março de 1993.

[0013] Se a informação de entrada (por exemplo, um valor RRI) é de três bits e uma palavra de código é de 256 bits, a distância mínima entre códigos necessária para códigos ótimos é 146 de acordo com o documento acima. No entanto, como a distância mínima entre códigos no aparelho de decodificação convencional é 128, não existe nenhum código ótimo para a codificação de correção de erro. Assim, a probabilidade da informação de transmissão ter erros é grande no mesmo ambiente de canal. Além disso, se quadros de dados são decodificados com base em uma velocidade de dados errada devido a erros na informação de transmissão, a taxa de erro dos quadros de dados aumentará. Portanto, é importante minimizar a taxa de erro em um codificador de correção de erro.

SINOPSE DA INVENÇÃO

[0014] É, portanto, um objeto da presente invenção fornecer um aparelho e método para codificar/decodificar informação (por exemplo, RRI) em um sistema de comunicação CDMA HDR.

[0015] É outro objeto da presente invenção fornecer um aparelho e método de codificação/decodificação que pode

reduzir a taxa de erro de transmissão de informação (por exemplo, RRI) no mesmo ambiente de canal em um sistema de comunicação CDMA HDR.

[0016] É um outro objeto da presente invenção fornecer um aparelho e método de codificação/decodificação que permita a determinação precisa de uma velocidade de dados variável de quadros de dados em um sistema de comunicação CDMA HDR.

[0017] O que antecede e outros objetos são alcançados pelo fornecimento de um aparelho para codificar a informação de entrada de uma seqüência de bit-k e gerar uma palavra de código com o comprimento $N>(2^k-1)$. O codificador codifica a informação de entrada utilizando um código simplex (r, k) e gera uma seqüência de símbolos de código de comprimento $r(r=2^k-1)$. Um repetidor repete a seqüência de símbolos de código t vezes ($t=\lfloor N/r \rfloor+1$), e um perfurador efetua a perfuração A vezes nas seqüências de símbolos de código repetidas de modo que os códigos resultantes têm o comprimento N.A (A=rt-N). Os símbolos perfurados são distribuídos uniformemente através das seqüências de símbolo de código repetida ou confinados à t-ésima sequência de símbolo de código repetido.

DESCRIÇÃO SUCINTA DOS DESENHOS

[0018] Os objetos acima e outros objetos, recursos e vantagens da presente invenção tornar-se-ão mais aparentes da seguinte descrição detalhada quando tomada em conjunto com os desenhos acompanhantes, em que:

[0019] A Figura 1 é um diagrama de blocos de um transmissor para uma estação móvel em um sistema CDMA convencional.

[0020] A Figura 2 é um diagrama de blocos de um receptor para uma estação base no sistema CDMA convencional.

[0021] A Figura 3 é uma visão que ilustra o relacionamento entre um RRI e símbolos de código em um codificador ortogonal convencional (8, 3).

[0022] A Figura 4 é um diagrama de blocos de um aparelho de decodificação de acordo com a presente invenção.

[0023] A Figura 5 é um diagrama de blocos de um aparelho de decodificação de acordo com a presente invenção.

[0024] A Figura 6 é um diagrama de blocos de um transmissor para uma estação móvel em um sistema CDMA ao qual a presente invenção é aplicada. E

[0025] A Figura 7 é um diagrama de blocos de um receptor para uma estação base no sistema CDMA ao qual a presente invenção é aplicada.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS VERSÕES PREFERIDAS

[0026] Versões preferidas da presente invenção serão descritas abaixo com referência aos desenhos acompanhantes. Na descrição seguinte, funções ou construções bem conhecidas não são descritas em detalhe, pois elas obscureceriam a invenção em detalhes desnecessários.

[0027] A presente invenção gera códigos ótimos para codificar informação de transmissão em um sistema CDMA, especialmente para codificar bits de informação RRI que indicam uma estrutura de quadro em um sistema HDR. Na presente invenção, códigos ortogonais perfurados (7, 3) são utilizados em vez dos códigos ortogonais (8, 3) da Figura

3.

[0028] Para melhor compreensão do assunto da presente invenção, o relacionamento entre códigos de correção de erro e desempenho de correção de erro será descrito abaixo. O desempenho dos códigos de correção de erros linear é medido pela distribuição de distância de Hamming de suas palavras de código. Para uma palavra de código “0111”, o número de 1s na palavra de código, a saber, a distância de Hamming da palavra de código, é 3. A menor das distâncias de Hamming é denominada a distância mínima. É bem conhecido que à medida que a distância mínima aumenta, o desempenho de correção de erro dos códigos de correção de erros linear torna-se excelente, como é revelado em “The Theory of Error-Correcting Codes”, F. J. Macwilliams, N.J.A. Sloane, North-Holland.

[0029] Primeiro será feito uma descrição de distâncias de Hamming e distâncias mínimas para os códigos ortogonais convencionais (8, 3) e os códigos ortogonais perfurados (7, 3) de acordo com a presente invenção. A relação entre bits de entrada, palavras de código, e distâncias de Hamming para os códigos ortogonais (8, 3) é ilustrada na Tabela 1.

(Tabela 1)

Bits de entrada	Palavra de código	Distância de Hamming
000	00000000	0
001	01010101	4
010	00110011	4
011	01100110	4
100	00001111	4
101	01011010	4
110	00111100	4

111	01101001	4

[0030] Como é observado da Tabela 1, todas as palavras de código têm 0s em suas primeiras colunas, que não tem qualquer influência em suas distâncias de Hamming. Portanto, embora os códigos (8, 3) sejam repetidos 32 vezes (os códigos (8, 3) ocorrem 32 vezes consecutivas), os 32 símbolos repetidos da primeira coluna não exercem qualquer influência nas distâncias de Hamming. Conseqüentemente, uma distância de Hamming ótima não pode ser obtida.

[0031] Por outro lado, códigos com uma distância de Hamming ótima podem ser alcançados pela repetição de códigos (7, 3) 32 vezes, que são produzidos pela perfuração das primeiras colunas das palavras de código (8, 3). A Tabela 2 mostra a relação entre bits de entrada, palavras de código, e suas distâncias de Hamming para os códigos perfurados (7, 3).

(Tabela 2)

Bits de entrada	Palavra de código	Distância de Hamming
000	0000000	0
001	1010101	4
010	0110011	4
011	1100110	4
100	0001111	4
101	1011010	4
110	0111100	4
111	1101001	4

[0032] Agora, as palavras de código de comprimento 32 serão enfocadas para comparar a tecnologia anterior com a presente invenção. Para referência, a distância mínima ótima é 18 para códigos (32, 3) em teoria. Após os códigos

(8, 3) serem repetidos 4 vezes (os códigos (8, 3) ocorrem 4 vezes consecutivas), as palavras de código resultantes de comprimento 32 são mostradas como segue.

(Tabela 3)

Bits de entrada	Palavra de código	Distância de Hamming
000	**0**0000000 **0**0000000 **0**0000000 **0**0000000	0
001	**0**1010101 **0**1010101 **0**1010101 **0**1010101	4x4=16
010	**0**0110011 **0**0110011 **0**0110011 **0**0110011	4x4=16
011	**0**1100110 **0**1100110 **0**1100110 **0**1100110	4x4=16
100	**0**0001111 **0**0001111 **0**0001111 **0**0001111	4x4=16
101	**0**1011010 **0**1011010 **0**1011010 **0**1011010	4x4=16
110	**0**0111100 **0**0111100 **0**0111100 **0**0111100	4x4=16
111	**0**1101001 **0**1101001 **0**1101001 **0**1101001	4x4=16

[0033] Observa-se da Tabela 3 que as colunas com 0s negritados (isto é, as primeiras colunas das palavras de código repetidas) ocorrem quatro vezes consecutivas sem influenciar as distâncias de Hamming das palavras de código após a repetição dos códigos ortogonais (8, 3). Portanto, a distância mínima é 16, não ótima.

[0034] As primeiras colunas todas em 0s dos códigos ortogonais (8, 3) são perfuradas. Então, os códigos perfurados (7, 3) são repetidos cinco vezes (os códigos perfurados (7, 3) ocorrem cinco vezes consecutivas) e três colunas sublinhadas negritadas de cada quinta palavra de código repetida são perfuradas. Como resultado, palavras de código de comprimento 32 são produzidas. Um código resultante da perfuração de todas as colunas 0 em uma matriz de códigos ortogonais é denominado código simplex. Em outras palavras, o código simplex é um código ortogonal

$(2^k, k)$ (ou um código Reed-Muller da primeira ordem) com a primeira coluna tendo todos os 0s removidos. Portanto, o código simplex tem o comprimento $(2^k-1, k)$. Códigos simplex incluem códigos (3, 2), códigos (15, 4), códigos (31, 5), códigos (63, 6), códigos (127, 7) e códigos (255, 8) bem como os códigos (7, 3).

(Tabela 4)

Bits de entrada	Palavra de código	Distância de Hamming
000	0000000 0000000 0000000 **000**0000	0
001	1010101 1010101 1010101 **101**0101	4x4+2=18
010	0110011 0110011 0110011 **011**0011	4x4+2=18
011	1100110 1100110 1100110 **110**0110	4x4+2=18
100	0001111 0001111 0001111 **000**1111	4x4+4=20
101	1011010 1011010 1011010 **101**1010	4x4+2=18
110	0111100 0111100 0111100 **011**1100	4x4+2=18
111	1101001 1101001 1101001 **110**1001	4x4+2=18

[0035] Como é observado da Tabela 4, os códigos com uma distância mínima de 18 podem ser formados pela repetição dos códigos (7, 3) perfurados. A distribuição da distância de Hamming das palavras de código varia de acordo com as posições das colunas do símbolo perfurado. O melhor desempenho é obtido pela perfuração de símbolos nas posições mostradas na Tabela 4. Como é mostrado na Tabela 4, a primeira, segunda e terceira colunas de cada quinta palavra de código repetida são perfuradas nos códigos (7, 3) perfurados. Como as palavras de código resultam da repetição de palavras de código (7, 3) perfuradas, a distribuição da distância de Hamming não é modificada se as

primeiras colunas de qualquer outra palavra de código repetida forem perfuradas em vez das primeiras colunas da quinta palavra de código repetida. Por exemplo, quando a 1ª (=7x0+1), 16ª(=7x2+2), e 31ª(=7x4+3) colunas são perfuradas, resulta a distribuição de distância de Hamming acima.

[0036] Como foi dito anteriormente, a presente invenção pertence a um método de gerar códigos ótimos ao repetir códigos simplex, códigos ortogonais (7,3) perfurados e um aparelho de codificar/decodificar ótimo para codificar/decodificar informação como bits RRI em um sistema CDMA utilizando o método de geração de código ótimo. Na descrição antecedente, valores RRI de três bits são codificados utilizando códigos (7, 3) formados pela perfuração das colunas com todos os 0s sem qualquer influência nas distâncias de Hamming nos códigos (8, 3). Cada código (7, 3) é repetido cinco vezes (cada código 7,3) ocorre cinco vezes consecutivas) para gerar palavras de código de comprimento 35 e três símbolos de cada palavra de código em particular são perfurados.

[0037] Na realidade, no caso de um codificador (N, k) com $N>2^k$, as palavras de código repetidas dos códigos ortogonais de comprimento 2^k são indesejáveis na distribuição de distância de Hamming porque eles possuem símbolos de código com 0s sem influenciar as distâncias de Hamming. Especialmente quando $N>k.2^k$, o codificador (N, k) emite excelentes códigos em termos de distância mínima ao repetir códigos ortogonais perfurados (7, 3), em vez de repetir códigos ortogonais (8, 3). Se o comprimento de código N não é um múltiplo de 7, os símbolos de código

devem ser perfurados após a repetição dos códigos ortogonais perfurados (7, 3) e o desempenho varia dependendo das posições de perfuração.

[0038] Por exemplo, se o resto da divisão de N por 7 é 1, códigos ótimos (N, 3) são produzidos pela repetição dos símbolos de código N/7+1 vezes e depois perfurando seis símbolos de código diferentes. Se o resto da divisão de N por 7 é 2, códigos ótimos (N, 3) são produzidos ao repetir os símbolos de código N/7+1 vezes e então perfurar cinco símbolos de código diferentes. Se o resto da divisão de N por 7 é 5, códigos ótimos (N, 3) são produzidos pela repetição de símbolos de código N/7+1 vezes e depois perfurar dois símbolos de código diferentes. Se o resto da divisão de N por 7 é 6, códigos ótimos (N, 3) são produzidos pela repetição de símbolos de código N/7+1 vezes e depois perfurar um símbolo de código.

[0039] Por outro lado, se o resto da divisão de N por 7 é 3 ou 4, as posições de perfuração são determinadas da seguinte maneira. Para um resto de 3, os símbolos de código são repetidos N/7+1 vezes e depois 1 a 7 são expressos como números binários 001 a 111. Considerando os sete números binários vetores tridimensionais com seus dígitos usados como coordenadas, quatro elementos além dos três elementos linearmente independentes são perfurados, assim obtendo códigos ótimos. Por exemplo, 1(=001), 2(=010), e 4(=100) são linearmente independentes pois a soma de cada número binário na escala binária não é zero. Os códigos de símbolos nas 3ª, 5ª, 6ª e 7ª posições que não a 1ª, 2ª e 4ª posições são perfurados. Conseqüentemente, códigos ótimos (N, 3) são alcançados.

[0040] Para o restante de 4, os códigos ortogonais são repetidos N/7+1 vezes e depois 1 e 7 são expressos como números binários 001 a 111. Considerando os sete números binários vetores tridimensionais com seus dígitos utilizados como coordenadas, três elementos que não os três elementos linearmente independentes e um elemento obtido pela soma dos três elementos linearmente independentes por dígitos na escala binária são perfurados, assim obtendo códigos ótimos. Por exemplo, 1(=001), 2(=010), e 4(=100) são linearmente independentes pois a soma de cada número binário na escala binária não é 0. Então, 7 é obtido pela soma de 1(=001), 2(=010), e 4(=100) por dígitos na escala binária. Os símbolos de código na 3ª, 5ª e 6ª posições que não a 1ª, 2ª, 4ª e 7ª posições são perfurados. Conseqüentemente, códigos ótimos (N, 3) são alcançados.

[0041] O método acima está disponível apenas para os códigos perfurados (7, 3), isto é, códigos simplex. Se palavras de códigos de códigos (N, 3) estão dispostas em uma ordem predeterminada, cada coluna forma um código ortogonal com comprimento de 2^3(=8). Sete códigos ortogonais têm comprimento de 2^3 e pelo menos um símbolo de código de 1. Os códigos (N, 3) são (N-1) vezes códigos ortogonais repetidos, cada código ortogonal tendo o comprimento 2^3 e pelo menos um símbolo de código de 1. Assim, se N é 7 ou maior, alguns dos códigos ortogonais não zero ocorrem pelo menos duas vezes. Como certos códigos ortogonais são utilizados repetidamente, os códigos tornam-se menos ótimos. Portanto, os códigos perfurados (7, 3) devem ser utilizados para minimizar a repetição de códigos específicos dentro de um comprimento dado e repetir os sete

códigos ortogonais o mesmo número de vezes. Então, códigos ótimos (N, 3) podem ser gerados pela repetição acima e perfuração.

[0042] Neste intervalo, nenhum código ótimo pode ser obtido quer de códigos perfurados (6, 3) ou de códigos perfurados (5, 3) pela repetição e perfuração de qualquer maneira porque apenas alguns dos sete códigos são repetidos.

[0043] No que antecede, o método de gerar códigos ótimos ao repetir códigos ortogonais perfurados (7, 3) e um aparelho codificador/decodificador ótimo para codificar/decodificar bits RRI em um sistema CDMA foram descritos. No entanto, deve-se observar que o número de bits RRI é uma mera aplicação exemplar e informação outra além do RRI pode ser codificada de acordo com a presente invenção. Supondo que uma seqüência de bit k é codificada e uma palavra de código com comprimento de $N>(2^k-1)$ é emitida, a informação de entrada é codificada utilizando um código simplex (r, k) e uma seqüência de símbolos de código de comprimento r é gerada. Aqui, $r=(2^k-1)$. A seqüência de símbolo de código ocorre t vezes consecutivas ($t=\lfloor N/r \rfloor+1$). a perfuração éefetuada A vezes nos t símbolos repetidos tal que os códigos resultantes têm o comprimento N.A (A=rt-N). Símbolos perfurados podem ser distribuídos uniformemente através das seqüências de símbolo de código repetidas ou confinados à t-ésima seqüência de símbolo de código repetido.

[0044] Será dada abaixo uma descrição de versões de um aparelho de decodificação RRI e um aparelho de decodificação RRI em um sistema CDMA em que os bits RRI são

transmitidos de acordo com a presente invenção. As Figuras 4 e 5 são diagramas de blocos do aparelho de decodificação RRI e do aparelho de decodificação RRI, respectivamente, de acordo com a presente invenção. A Figura 6 é um diagrama de blocos de um transmissor com o aparelho de decodificação em uma estação móvel, que pode ser constituída pela remoção do repetidor 110 do transmissor mostrado na Figura 1. A Figura 7 é um diagrama de blocos de um receptor com o aparelho de decodificação em uma estação base, que pode ser constituída pela remoção do acumulador de símbolos 210 do receptor mostrado na Figura 2. O aparelho de decodificação e o aparelho de decodificação são considerados em duas versões de acordo com estruturas de quadro. A primeira versão tem por base a estrutura de quadro em que um quadro de transmissão inclui 16 slots (um quadro de transmissão tem a duração de 26,76 ms) e a segunda versão tem por base a estrutura de quadro em que um quadro de transmissão inclui 12 slots (um quadro de transmissão tem a duração de 20 ms).

Primeira versão

[0045] A primeira versão é aplicada a um sistema HDR em que um quadro de transmissão inclui 16 slots, 16 símbolos de código são transmitidos em um slot para informação RRI, e um total de 256 (=16x16) símbolos são transmitidos em um quadro. Um método de geração de código ótimo (256, 3) e um aparelho de decodificação RRI utilizando códigos ótimos (256, 3) serão enfocados na primeira versão. Mais especificamente, códigos (256, 3) são gerados ao repetir códigos perfurados (7, 3) 37 vezes e perfurar parte dos 259 símbolos resultantes (=7x37) em tais posições de modo a tornar uma distância mínima ótima. Os

símbolos naquelas posições, a saber, símbolos a serem perfurados, são os três símbolos negritados e sublinhados, isto é, o 1°, o 128° e o 255° símbolos, mostrados na Tabela 5. As posições dos símbolos a serem perfurados são determinadas por n1x7+1, n2x7+2, e n3x7+3 (0≤n1, n2, n3≤36 e n1, n2 e n3 são os índices de blocos repetidos). Na Tabela 5, as posições de perfuração #1, #128 e #255 são determinadas quando n1=0, n2=18, e n3=36, respectivamente.

(Tabela 5)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42

43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63

64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84

85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105

106 107 108 109 110 111 112113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126

128 **128** 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147

148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168

169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189

190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210

211 212 213 214 125 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231

232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252

253 254 **255** 256 257 258 259

[0046] Os códigos (256, 3) tornam-se códigos ótimos com uma distância mínima de 146(=(4x36)+2) pela perfuração dos símbolos negritados e sublinhados da Tabela 5.

[0047] A distância mínima é a mesma independente de n1, n2 e n3 se os símbolos são perfurados nas posições que satisfazem a fórmula n1x7+1, n2x7+2, n3x7+3 (0≤n1, n2, n3≤36). Se n1, n2 e n3 são 36 por simplicidade de cálculo, o primeiro, o segundo e o terceiro símbolos dos sete

símbolos são perfurados no 37° bloco repetido após os códigos (7, 3) são repetidos 37 vezes. Aqui, como a distância mínima dos códigos (7, 3) é 4 e a distância mínima no 37° bloco repetido, exceto pelo primeiro, segundo e terceiro símbolos é 2, a distância mínima dos códigos (256, 3) é 146 (=(4x36)+2). Esses códigos (256, 3) são ótimos. Um aparelho decodificação RRI que utiliza os códigos (256, 3), um transmissor com o aparelho de decodificação, e uma recepção sendo a contraparte do transmissor serão descritos abaixo.

[0048] Supõe-se que três bits de informação RRI expressos em 0s e 1s são aplicados à entrada de um codificador 600 na Figura 6. De acordo com a presente invenção, o codificador 600 é constituído como é mostrado na Figura 4.

[0049] Com referência à Figura 4, um gerador de palavra de código 400 codifica três bits de informação RRI com códigos ortogonais perfurados (7, 3) mostrados na Tabela 2 e emite sete símbolos de código. Um repetidor de símbolo 410 repete os símbolos de código 36 vezes e emite 259 símbolos de código repetidos. Um perfurador de símbolo 420 perfura o 1°, o 128° (=(7x18)+2), e 255° (=(7x37)+3) símbolos dos 259 símbolos e emite 256 símbolos. Os 256 símbolos de código são inseridos em um mapeador de sinal 620 mostrado na Figura 6.

[0050] Com referência à Figura 6, o mapeador de sinal 620 converte 0s e 1s em 1s e -1s, respectivamente. Um multiplicador 635 multiplica os símbolos convertidos pelos chips convertidos (+1, +1, +1, +1) do código Walsh #0 de comprimento 4 para espalhamento. Um multiplexador 640

multiplexa por tempo os símbolos recebidos em chips do multiplicador 635 com outros sinais 1 e 2. Os sinais 1 e 2 podem ser informação DRC. Um sinal de saída I' do multiplexador 640 e um sinal de dados Q' são inseridos em um espalhador complexo 650. O espalhador complexo 650 multiplica de forma complexa os sinais I' e Q' pelos códigos de espalhamento PN PNI e PNQ. Isto é, o espalhador complexo 650 multiplica um sinal de entrada (I'+jQ') por um código de espalhamento PN (PNI+jPNQ) e emite um sinal de componente real I e um sinal de componente imaginário Q. Os filtros de banda base 660 e 665 efetuam a filtragem de banda base no sinal de componente real I e no sinal de componente imaginário Q em uma banda base, respectivamente. Os multiplicadores 670 e 675 multiplicam o sinal de componente real filtrado I e o sinal de componente imaginário filtrado Q recebidos dos filtros de banda base 660 e 665 por portadoras $\cos(2\pi fct)$ e $\sin(2\pi fct)$, respectivamente. Um somador 680 soma os resultados da multiplicação e emite a soma como um sinal de transmissão.

[0051] A Figura 7 é um diagrama de blocos de um receptor para receber o sinal de transmissão do transmissor incluindo o aparelho de decodificação mostrado na figura 5.

[0052] Com referência à Figura 7, os multiplicadores 770 e 775 multiplicam um sinal de entrada por $\cos(2\pi fct)$ e $\sin(2\pi fct)$, respectivamente. Filtros casados 760 e 765 filtram os resultados da multiplicação dos multiplicadores 770 e 775 e emitem os sinais filtrados por casamento I e Q. Um desespalhador complexo 750 demultiplexa por tempo o sinal I' em outros sinais 1 e 2 e um sinal para um RRI. Um acumulador 735 acumula o sinal RRI em base de 4 chips e

emite 256 símbolos. Um decodificador 700 sendo a contraparte do codificador 600 mostrado na Figura 6 decodifica os símbolos recebidos do acumulador 735.

[0053] A Figura 5 é um diagrama de blocos de um aparelho de decodificação utilizado como o decodificador 700 para o receptor em uma estação base mostrado na Figura 7 de acordo com a presente invenção.

[0054] Com referência à Figura 5, para a entrada de 256 símbolos, um acumulador de símbolos 500 como a contraparte do repetidor de símbolo 410 e do perfurador de símbolo 420 mostrado na Figura 4, emite 7 símbolos. Um inseridor de zero 510 insere 0 antes dos 7 símbolos e emite 8 símbolos na forma de códigos Walsh. Por exemplo, se sete símbolos c1, c2, c3, c4, c5, c6, c7 são aplicados à entrada do inseridor de zero 510, 0 é acrescentado antes da seqüência de símbolo e 8 símbolos, 0, c1, c2, c3, c4, c5, c6, c7 são emitidos. Um IFHT (Inverse Fast Hadamard Transformer - Transformada Inversa Rápida de Hadamard) 520 decodifica os oito símbolos por transformada inversa rápida de Hadamard e emite bits decodificados.

Segunda versão

[0055] A segunda versão é aplicada a um sistema HDR em que um quadro de transmissão inclui 12 slots, 16 símbolos de código são transmitidos em um slot para informação RRI, e um total de 192 (=12x16) símbolos são transmitidos em um quadro. Um método de geração de código ótimo (192, 3) e um aparelho de decodificação RRI utilizando códigos ótimos (192, 3) serão enfocados na segunda versão. Mais especificamente, códigos (192, 3) são gerados pela repetição (7,3 de códigos perfurados 28 vezes e perfurar

parte dos 196 símbolos resultantes (=7x28) em tais posições para tornar a distância mínima ótima. Os símbolos nessas posições, a saber, símbolos a serem perfurados, são os quatro símbolos negritados e sublinhados, o 3°, o 54°, o 104° e o 154° símbolos mostrados na Tabela 6. As posições dos símbolos a serem perfurados são determinadas por n1x7+3, n2x7+5, n3x7+6, e n4x7+7 (0≤n1, n2, n3, n4≤27 e n1, n2, n3 e n4 são os índices de blocos repetidos). Na Tabela 6, as posições de perfuração #3, #54, #104 e #154 são determinadas quando N1=0, N2=7, N3=14 E N4=21, respectivamente.

(Tabela 6)

1 2 **3** 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42

43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 **54** 55 56

57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70

71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84

85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98

99 100 101 102 103 **104** 105 106 107 108 109 110 110 112

113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126

127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140

141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 **154**

155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168

169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182

183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196

[0056] Os símbolos perfurados têm a mesma distância mínima independentemente de n1, n2, n3 e n4 na fórmula por n1x7+3, n2x7+5, n3x7+6, e n4x7+7 (0≤n1, n2, n3 e n4≤27). Se n1, n2, n3 e n4 são 27 por simplicidade de cálculo, o

terceiro, quinto, sexto e sétimo símbolos dos 7 símbolos são perfurados no 27° bloco repetido após os códigos (7, 3) serem repetidos 27 vezes. Aqui, como a distância mínima dos códigos (7, 3) é 4 e a distância mínima entre símbolos no 28° bloco repetido exceto pelo terceiro, quinto, sexto e sétimo símbolos é 1, a distância mínima dos códigos (192, 3) é 109 (=(4x27)+1). Esses códigos (192, 3) são ótimos. Um aparelho de decodificação RRI que utiliza os códigos (192, 3), um transmissor com o aparelho de decodificação, e um receptor sendo a contraparte da transmissão serão descritos abaixo.

[0057] Supõe-se que três bits de informação RRI expressos em 0s e 1s são aplicados à entrada do codificador 600 na Figura 6. De acordo com a presente invenção, o codificador 600 é constituído como é mostrado na Figura 4.

[0058] Com referência à Figura 4, o gerador de palavra de código 400 codifica três bits de informação RRI com códigos ortogonais perfurados (7, 3) mostrados na Tabela 2 e emite sete símbolos de código. O repetidor de símbolo 410 repete os símbolos de código 27 vezes e emite 196 símbolos de código repetidos. O perfurador de símbolos 420 perfura o 3° (=(7x0)+3), 54° (=(7x7)+5), 104° (=(7x14)+6), e 154° (=(7x21)+7) símbolos dos 196 símbolos e emite 192 símbolos. Os 192 símbolos de código são inseridos no mapeador de sinal 620 mostrado na Figura 6.

[0059] Com referência à Figura 6, o mapeador de sinal 620 converte 0s e 1s em 1s e -1s, respectivamente. O multiplicador 635 multiplica os símbolos convertidos pelos chips convertidos (+1, +1, +1, +1) do código Walsh #0 de comprimento 4 para espalhamento. O multiplexador 640

multiplexa por tempo os símbolos recebidos em chips do multiplicador 635 com outros sinais 1 e 2. Os sinais 1 e 2 podem ser informação DRC. Um sinal de saída I' do multiplexador 640 e o sinal de dados Q' são inseridos no espalhador complexo 650. O espalhador complexo 650 multiplica complexo os sinais I' e Q' pelos códigos de espalhamento PN PNI e PNQ. Isto é, o espalhador complexo 650 multiplica um sinal de entrada (I'+jQ') por um código de espalhamento PN (PNI+jPNQ) e emite um sinal de componente real I e um sinal de componente imaginário Q. Os filtros de banda base 660 e 665 efetuam a filtragem de banda base no sinal de componente real I e no sinal de componente imaginário Q em uma banda base, respectivamente. Os multiplicadores 670 e 675 multiplicam o sinal de componente real filtrado I e o sinal de componente imaginário filtrado Q pelas portadoras $\cos(2\pi fct)$ e $\sin(2\pi fct)$, respectivamente. O somador 680 soma os resultados da multiplicação e emite a soma como um sinal de transmissão.

[0060] A Figura 7 é um diagrama de blocos de um receptor para receber o sinal de transmissão do transmissor incluindo o aparelho de decodificação mostrado na figura 5.

[0061] Com referência à Figura 7, os multiplicadores 770 e 775 multiplicam um sinal de entrada por $\cos(2\pi fct)$ e $\sin(2\pi fct)$, respectivamente. Os filtros casados 760 e 765 filtram os resultados da multiplicação dos multiplicadores 770 e 775 e emitem sinais filtrados por casamento I e Q. O desespalhador complexo 750 desespalha os sinais I e Q para os sinais I' e Q'. O demultiplexador 740 demultiplexa por tempo o sinal I' dentro de outros sinais 1 e 2 e um sinal

para um RRI. O acumulador 735 acumula o sinal RRI em base de 4 chips e emite 192 símbolos. O decodificador 700 decodifica os símbolos recebidos do acumulador 735 como a contraparte do codificador 600 mostrado na Figura 6.

[0062] A Figura 5 é um diagrama de blocos de um aparelho de decodificação utilizado como o decodificador 700 para o receptor em uma estação base mostrado na Figura 7, de acordo com a presente invenção.

[0063] Com referência à Figura 5, para a entrada de 192 símbolos, o acumulador de símbolos 500 como a contraparte do repetidor de símbolos 410 e o perfurador de símbolo 420 mostrados na Figura 4 emitem sete símbolos. O inseridor de zeros 510 insere 0 antes dos 7 símbolos e emite 8 símbolos na forma de códigos Walsh. Por exemplo, se sete símbolos c1, c2, c3, c4, c5, c6, c7 são aplicados à entrada do inseridor de zeros 510, 0 é acrescentado antes da seqüência de símbolos e 8 símbolos, 0, c1, c2, c3, c4, c5, c6, c7 são emitidos. O IFHT 520 decodifica os oito símbolos por transformada inversa rápida de Hadamard e emite bits decodificados.

[0064] Como está descrito acima, a presente invenção pode aumentar o desempenho ao maximizar uma distância mínima que determina o desempenho de um codificador de correção de erro em codificar informação como um RRI indicando a velocidade de dados dos quadros de transmissão em um sistema de comunicação CDMA.

[0065] Embora a invenção tenha sido mostrada e descrita com referência a certas versões preferidas da mesma, será compreendido por aqueles habilitados na tecnologia que várias modificações na forma e nos detalhes

podem ser nela feitos sem desviar do espírito e escopo da invenção conforme definidos pelas reivindicações apenas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de codificar informação de entrada de sequência de k bits e gerar uma palavra de código com comprimento $N>(2^k-1)$ em um sistema de comunicação móvel, **caracterizado** pelo fato de que compreende as etapas de:

codificar a informação de entrada utilizando um código simplex (r, k) e gerar uma sequência de símbolos de código de comprimento r, em que $r=2^k-1$;

repetir a sequência de símbolos de código t vezes, em que $t=\lfloor N/r \rfloor+1$; e

perfurar A vezes nas sequências de símbolo de código t repetidas de modo que os códigos resultantes têm o comprimento N, em que $A=rt-N$,

em que a perfuração é efetuada em uma mesma posição de cada sequência com o comprimento N.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato dos símbolos perfurados serem distribuídos uniformemente através das sequências de símbolo de código repetidas.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato dos símbolos perfurados serem limitados à t-ésima sequência de símbolo de código repetida.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a sequência de k-bits ser informação indicando uma taxa de dados de uma estação móvel.

5. Aparelho para codificar informação de entrada de sequência de k bits e gerar uma palavra de código com comprimento $N>(2^k-1)$ em um sistema de comunicação móvel,

caracterizado por compreender:

um codificador, configurado para codificar a informação de entrada utilizando um código simplex (r, k) e gerar uma sequência de símbolos de código de comprimento r, em que $r=2^k-1$;

um repetidor, configurado para repetir a sequência de símbolos de códigos t vezes, em que $t=\lfloor N/r \rfloor+1$; e

um perfurador, configurado para perfurar A vezes nas sequências de símbolo de código t repetidas de modo que os códigos resultantes têm o comprimento N, em que A=rt-N,

em que a perfuração é efetuada em uma mesma posição de cada sequência com o comprimento N.

6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato dos símbolos perfurados serem distribuídos uniformemente através das sequências de símbolo de código repetidas.

7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato dos símbolos perfurados serem limitados à t-ésima sequência de símbolo de código repetida.

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de a sequência de k-bits ser informação indicando uma taxa de dados de uma estação móvel.

9. Método de codificação em um sistema de comunicação móvel, **caracterizado** por compreender as etapas de:

codificar a informação de entrada utilizando um código simplex (7,3) e gerar uma sequência de símbolos de código de comprimento 7;

repetir a sequência de símbolos de códigos t vezes, em que $t=\lfloor N/r \rfloor+1$; e

efetuar a perfuração A vezes nas sequências de símbolo de código t repetidas em um padrão de perfuração predeterminado de modo que os códigos resultantes têm o comprimento N que não é um múltiplo de 7, em que A=rt-N,

em que a perfuração é efetuada em uma mesma posição de cada sequência com o comprimento N.

10. Método de codificação, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que se o resto da divisão de N por 7 for 1, o padrão de perfuração predeterminado é fixado para perfurar seis símbolos arbitrários.

11. Método de codificação, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que se o resto da divisão de N por 7 for 2, o padrão de perfuração predeterminado é fixado para perfurar cinco símbolos arbitrários.

12. Método de codificação, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que se o resto da divisão de N por 7 for 3, o padrão de perfuração predeterminado é fixado para perfurar o terceiro, o quinto, o sexto e o sétimo símbolos da t-ésima sequência de símbolo de código repetida.

13. Método de codificação, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que se o resto da divisão de N por 7 for 4, o padrão de perfuração predeterminado é fixado para perfurar o terceiro, o quinto e o sexto símbolos da t-ésima sequência de símbolo de código repetida.

14. Método de codificação, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que se o resto da divisão de N por 7 for 5, o padrão de perfuração predeterminado é fixado para perfurar dois símbolos arbitrários.

15. Método de codificação, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que se o resto da divisão de N por 7 for 6, o padrão de perfuração predeterminado é fixado para perfurar um símbolo arbitrário.

16. Método de codificação, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que se o resto da divisão de N por 7 for 3, o padrão de perfuração predeterminado é fixado para perfurar o $(n1x7+3)^{ésimo}$, o $(n2x7+5)^{ésimo}$, o $(n3x7+6)^{ésimo}$, e o $(n4x7+7)^{ésimo}$ símbolos dos símbolos de código repetidos ($0 \leq n1, n2, n3, n4 \leq (t-1)$).

17. Método de codificação, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que se o resto da divisão de N por 7 for 4, o padrão de perfuração predeterminado é fixado para perfurar o $(n1x7+1)^{ésimo}$, o $(n2x7+2)^{ésimo}$, e o $(n3x7+3)^{ésimo}$ símbolos dos símbolos de código repetidos ($0 \leq n1, n2, n3 \leq (t-1)$).

18. Método de codificação, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que a informação de entrada indica uma taxa de dados de uma estação móvel.

FIG. 1

(ESTADO DA TÉCNICA)

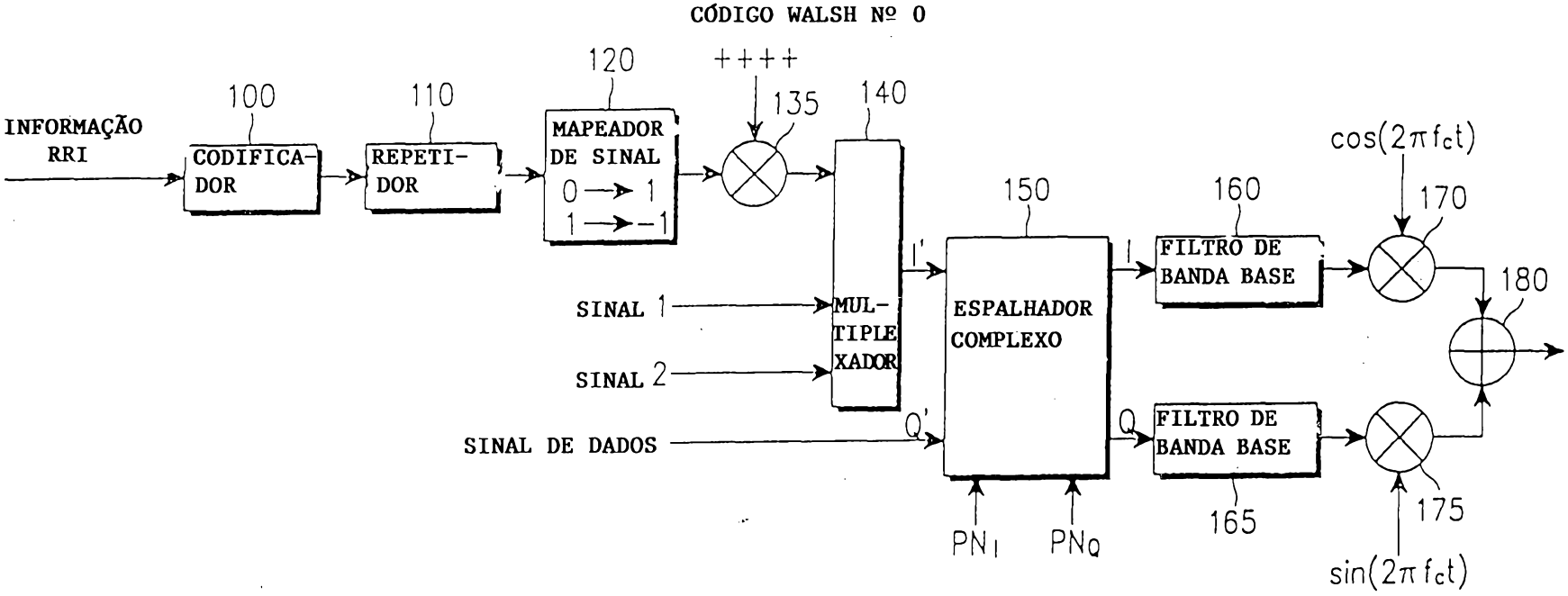
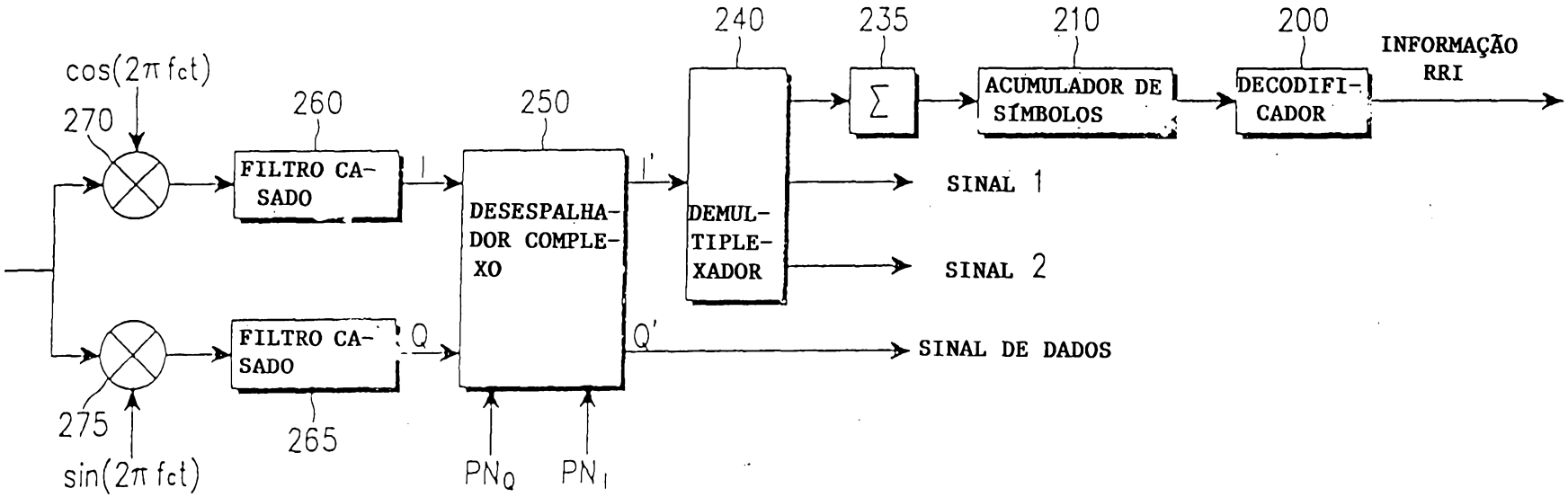
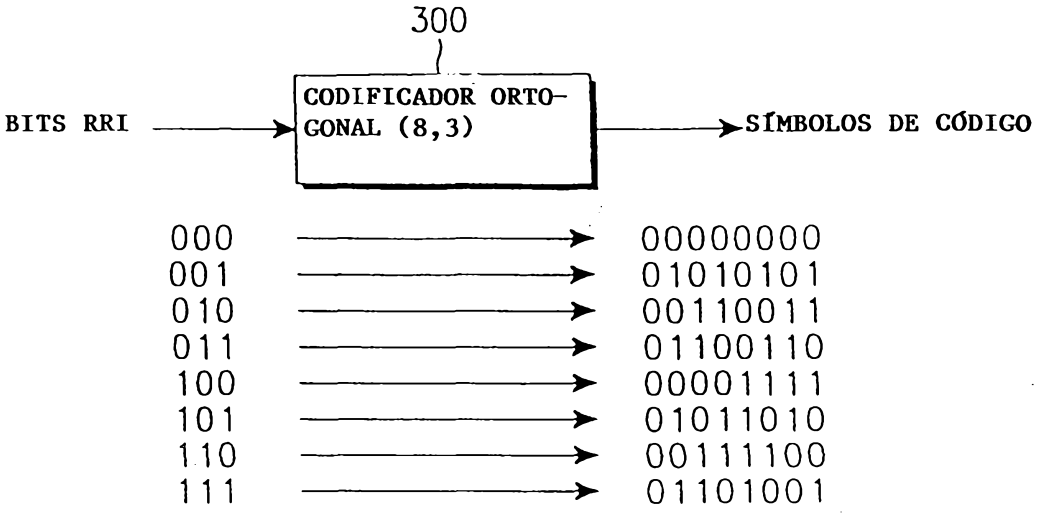


FIG. 2
(ESTADO DA TÉCNICA)



PI0109489



(ESTADO DA TÉCNICA)

FIG. 3

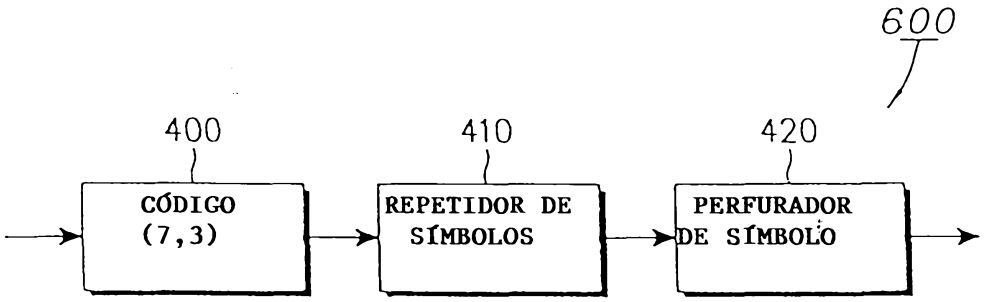


FIG. 4

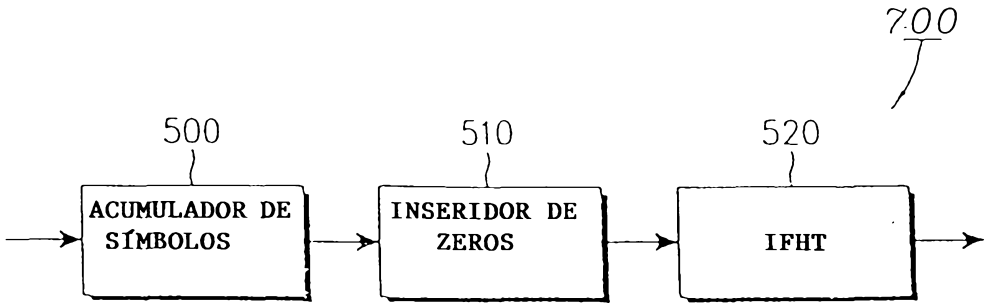


FIG. 5

PI0109489

FIG. 6

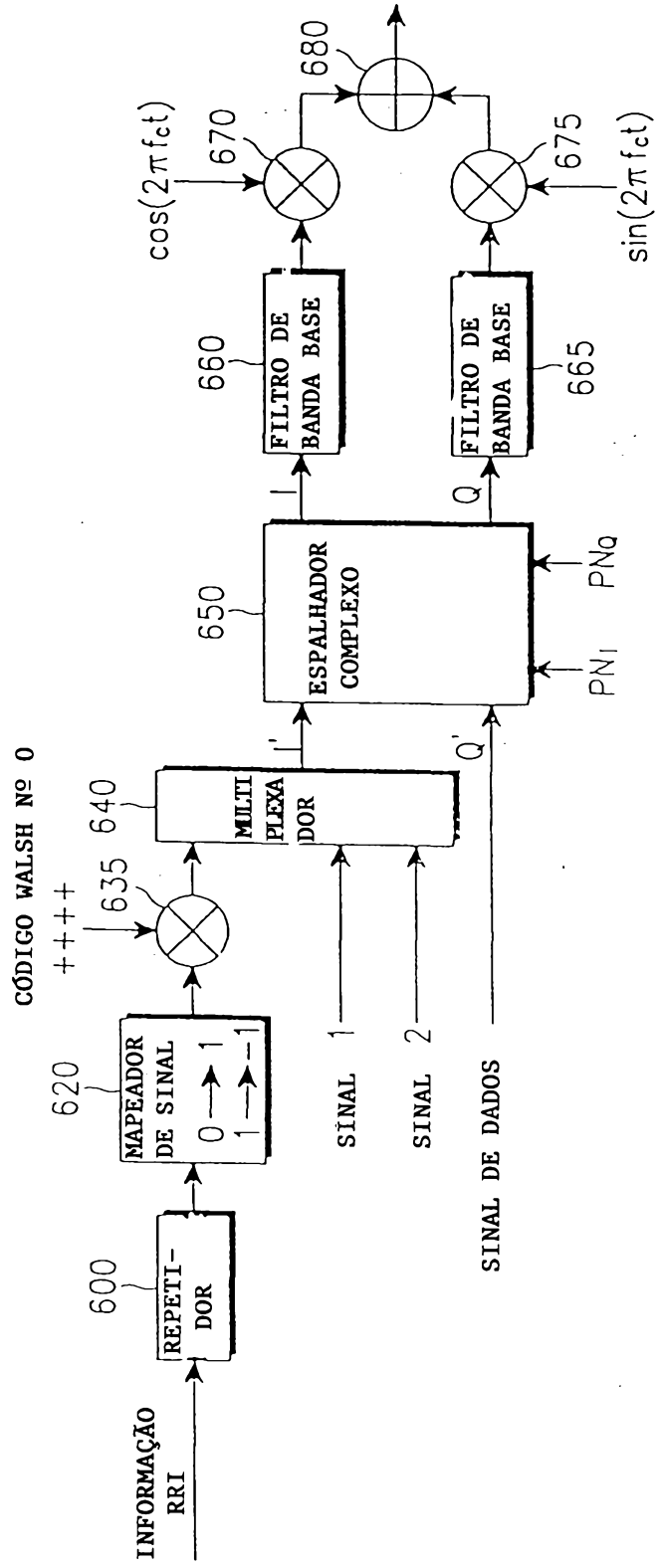
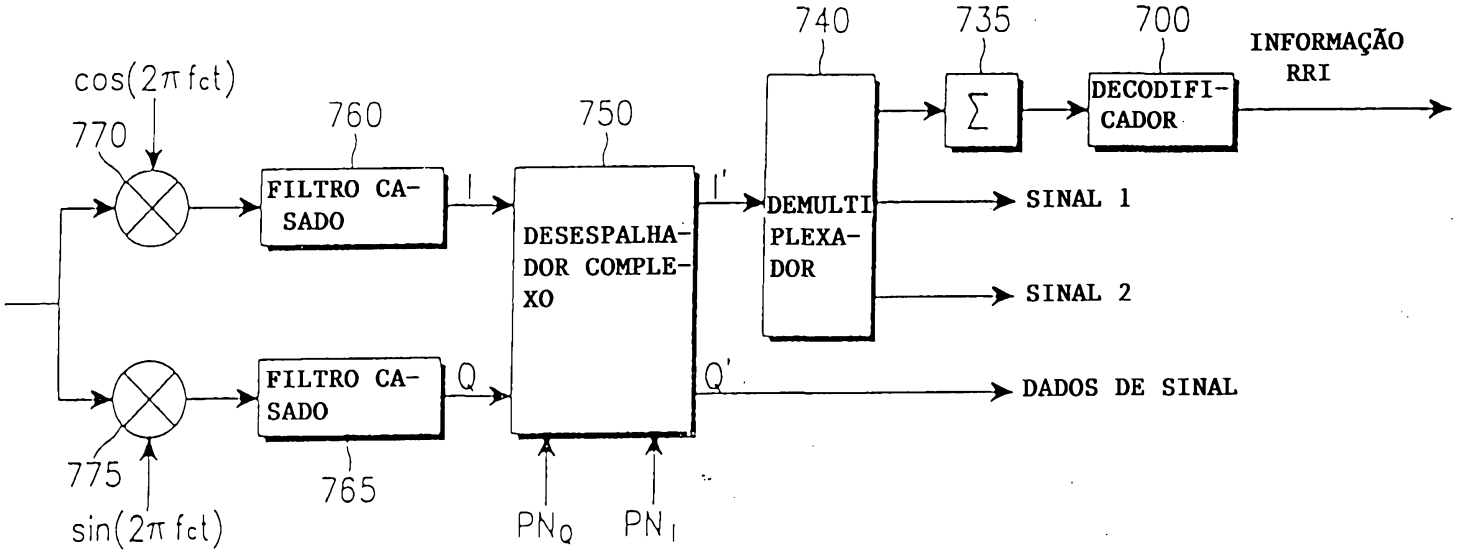


FIG. 7


cos(2π fct)
770
760
750
740
735
700
INFORMAÇÃO RRI
FILTRO CASADO
I
DESESPALHADOR COMPLEXO
I'
DEMULTIPLEXADOR
Σ
DECODIFICADOR
SINAL 1
SINAL 2
FILTRO CASADO
Q
Q'
DADOS DE SINAL
775
765
sin(2π fct)
PNQ
PNI

APARELHO E MÉTODO DE CODIFICAÇÃO EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO CDMA

É fornecido um aparelho e método de codificação em um sistema de comunicação CDMA. Para codificar informação de entrada de uma seqüência de bit k e gerar uma palavra de código com comprimento $N>(2^k-1)$, o codificador codifica a informação de entrada utilizando um código simplex (r, k) e gera uma seqüência de símbolos de código de comprimento r ($r=2^k-1$), um repetidor repete a seqüência de símbolos de código t vezes ($t=\lfloor N/r \rfloor+1$), e um perfurador efetua a perfuração A vezes (A=rt-N) nas t seqüências de símbolo de código repetidos de modo que os códigos resultantes tenham o comprimento N. Os símbolos perfurados são distribuídos uniformemente através das seqüências de símbolo de código repetidas ou limitado à t-ésima sequência de símbolo de código repetido.