



Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0921607-3

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0921607-3

(22) Data do Depósito: 30/10/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 29/12/2015

(51) Classificação Internacional: H04L 1/20; H04L 1/00.

(52) Classificação CPC: H04L 1/20; H04L 1/0016; H04L 1/0026.

(30) Prioridade Unionista: US 61/112,515 de 07/11/2008; US 12/605,461 de 26/10/2009.

(54) Título: MÉTODOS PARA PREVISÃO DO DESEMPENHO DO ENLACE DE RADIO EM UM TERMINAL DE COMUNICAÇÃO SEM FIO E TERMINAIS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO

(73) Titular: GOOGLE TECHNOLOGY HOLDINGS LLC. Endereço: 1600 Amphitheatre Parkway , Mountain View, CA, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA(US), 94043

(72) Inventor: SANDEEP KRISHNAMURTHY; RAVI KUCHIBHOTLA.

(87) Publicação PCT: WO 2010/053843 de 14/05/2010

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 23/02/2021, observadas as condições legais

Expedida em: 23/02/2021

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

**MÉTODOS PARA PREVISÃO DO DESEMPENHO DO ENLACE DE RADIO EM
UM TERMINAL DE COMUNICAÇÃO SEM FIO E TERMINAIS DE
COMUNICAÇÃO SEM FIO**

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

5 O presente pedido está relacionado ao Pedido Co-
pendente US 61/112,515 depositado em 07 de novembro de
2008, seu conteúdo aqui incorporado por referência e seus
benefícios são reivindicados sob 35 USC 119.

CAMPO DA DIVULGAÇÃO

10 A presente invenção refere-se a uma rede de
comunicações sem fio e mais particularmente a previsão de
desempenho do enlace de rádio com base em uma taxa de erro
de decodificador prevista em um terminal de comunicação sem
fio.

15 FUNDAMENTOS

Em alguns sistemas de comunicação sem fio, a
decodificação de uma palavra de código portando informação
(CW2) requer que outra palavra de código portando
informação (CW1) seja decodificada corretamente. CW2 pode
20 então ser representada pelo termo "palavra de código
composta" como a decodificação da CW1 é essencial para a
correcta decodificação da CW2. Por exemplo, CW1 poderia
conter informações sobre parâmetros de transmissão usados
na transmissão da CW2 que são essenciais para a
25 decodificação da CW2. Os parâmetros de transmissão podem
incluir o número de símbolos OFDM em que CW2 é transmitida,
ou o mapeamento de sub-portadora de tempo-frequência
utilizado para transporte da CW2, (por exemplo, começo e
intervalo de elementos de recursos na grade tempo-
30 frequência sobre os quais a palavra de código é mapeada),

ou esquema de codificação (por exemplo, bloco de código, código de convolução, código-turbo, etc), ou uma taxa de código, ou o tamanho do bloco, ou comprimento de bit de informação codificada, ou o tipo de modulação, ou um número

5 de versão de redundância da palavra de código em uma transmissão ARQ híbrida usando redundância incremental, ou tipo de antena de transmissão (por exemplo, SIMO, diversidade Tx, multiplexação espacial, etc), ou a pré-codificação usada, ou o ranqueamento da transmissão, etc.

10 CW1 e CW2 podem corresponder a um código de bloco (linear ou não) ou um código de convolução ou um código turbo ou uma transmissão não codificada. Geralmente, um receptor decodifica CW1 primeiro e depois tenta decodificar CW2. Suponha que um receptor quer prever o desempenho

15 prático do decodificador da CW2, então tem que considerar conjuntamente isto com o fato de que a decodificação da CW1 pode estar errada. No padrão E-UTRA, uma aplicação do método acima é para obter uma estimativa da probabilidade de erro global de PDCCH. Neste exemplo, CW1 corresponde a

20 um canal indicador de formatação de controle físico (PCFICH), que contém informações sobre os parâmetros de transmissão de palavra de código PDCCH como o número de símbolos OFDM contendo informações de controle no subquadro sob diferentes configurações de implantação, conforme

25 especificado na Tabela de 6.7-1 de 36.211 e Tabela 5.3.4-1 de 36.212 a seguir reproduzida:

Tabela 6,7-1: Número de OFDM símbolos utilizados para

PDCCH

Subquadro	Número de símbolos OFDM para PDCCH	Número de símbolos OFDM para PDCCH

exponencial-soma-de-SINR eficaz (EESM) e mapeamento de
informação mútua média por bit (MMIB), utilizam o princípio
de que a função BLER média correspondente a uma transmissão
de pacote com um conjunto fixo de parâmetros tais como tipo
5 de codificação, comprimento palavra de código, tamanho da
informação (ou alternativamente a taxa de código), tipo de
modulação, etc podem ser expressos em termos de funções de
base do tipo apropriado. Um terceiro método é mapear os
primeiros poucos momentos da amostra de distribuição SINR
10 de sub-portadora para BLER. O EESM, MMIB e a terceira
abordagem estão listadas abaixo como aplicadas a sistemas
OFDM.

Suponha que duas palavras de código CW1 e CW2 são
transmitidas. Corrigir decodificação da CW1 é necessário
15 para a decodificação correta da CW2 como parâmetros de
transmissão associados com CW2 são incorporados em CW1.
Agora, suponha que o receptor deseja estimar a taxa de erro
de bloco de decodificação da CW2. A probabilidade de
decodificação correta da CW2 condicionada a correcta
20 decodificação da CW1 pode ser diferente da probabilidade de
decodificação correta da CW2. Isso pode acontecer devido a
uma ou mais das seguintes condições laterais: 1. A
diferença nas taxas de código, tamanhos de bloco das
diferentes palavras de código; 2. Esquemas de codificação
25 usados para a codificação das informações embutidas nas
duas palavras de código, e 3. Ponto de funcionamento SINR,
estatísticas de interferência, etc. No estado da técnica, o
problema da previsão da taxa de erro de bloco de uma
palavra de código quando existem tais dependências não foi
30 abordada.

Os vários aspectos, características e vantagens da revelação vão se tornar mais plenamente aparentes para aqueles com habilidades comuns na arte em cuidadosa consideração da seguinte descrição detalhada com os 5 desenhos que a acompanham descritos abaixo. Os desenhos podem ter sido simplificados para maior clareza e não necessariamente em escala.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 ilustra um sistema de comunicação.

10 A Figura 2 ilustra uma possível configuração de um sistema de computação para atuar como uma estação base.

A Figura 3 ilustra um diagrama de blocos equipamento de usuário.

A Figura 4 é um fluxograma do processo.

15 DESCRIÇÃO DETALHADA

Na exposição atual, a taxa de erro de bloco (BLER) da palavra de código 2 (CW2) pode ser estimada a partir de BLER de uma palavra de código 1 (CW1) e a probabilidade de erro condicional de decodificação da CW2 através da 20 decodificação correta da CW1. Isso proporcionaria melhores estimativas da taxa de erro da CW2 do que alcançável através de um estimador que utiliza a probabilidade de erro condicional da decodificação de CW2 através da decodificação correta da CW1.

25 A Figura 1 ilustra um sistema de comunicação 100, incluindo uma rede de comunicação 102 que compreende uma estação base 104 e equipamento de usuário (equipamento de usuário) 106. Vários dispositivos de comunicação podem trocar dados ou informações através da rede. A rede pode 30 ser uma "evolução universal de acesso de rádio terrestre"

(E-UTRA) ou outro tipo de rede de telecomunicações. Em uma modalidade, a estação base pode ser um conjunto de servidores distribuídos na rede. O equipamento de usuário 106 pode ser um dos vários tipos de dispositivos portáteis ou móveis, tais como, um telefone celular, um laptop ou um assistente pessoal digital (PDA). Em uma modalidade, o equipamento de usuário 106 também pode ser um dispositivo WIFI, um dispositivo WIMAX, ou outros dispositivos sem fio.

A Figura 2 ilustra uma possível configuração de um sistema de computação para atuar como uma estação base que inclui um controlador / processador 210, uma memória 220, uma interface de banco de dados 230, um transceptor 240, uma interface de dispositivo de entrada / saída (I / O) 250, e uma rede de interface 260, conectados por meio de um barramento 270. A estação base pode executar qualquer sistema operacional, como o Microsoft Windows ®, UNIX ou LINUX, por exemplo. Software cliente e servidor podem ser escritos em qualquer linguagem de programação, como C, C ++, Java ou Visual Basic, por exemplo. O software do servidor pode ser executado em um framework, como, por exemplo, um servidor.NET ® ou framework Java ®.

Na Figura 2, o controlador / processador 210 pode ser qualquer processador programável. O objecto da divulgação também pode ser implementado em um computador de propósito geral ou um de propósito especial, um microprocessador programado ou microcontrolador, elementos de circuito periféricos integrados, um circuito integrado de aplicação específica ou outros circuitos integrados, hardware e circuitos lógicos eletrônicos, tais como um circuito de elementos discretos, um dispositivo de lógica programável,

como um conjunto de lógica programável, conjunto de portas de campo programável, ou algo parecido. Em geral, qualquer dispositivo ou dispositivos capazes de implementar o método de apoio à decisão como aqui descritos podem ser usados para implementar a decisão de funções de suporte ao sistema da presente invenção.

Na Figura 2, a memória 220 pode incluir armazenamento de dados volátil e não volátil, incluindo uma ou mais memórias elétricas, magnéticas ou ópticas, tal como uma memória de acesso aleatório (RAM), memória cache, disco rígido ou outro dispositivo de memória. A memória pode ter um cache para acelerar acesso a dados específicos. A memória 220 também pode ser conectada a um disco compacto - Read Only Memory (CD-ROM), disco de vídeo digital - Read Only Memory (DVD-ROM), entrada de leitura e gravação de DVD, unidade de fita ou outro dispositivo de memória removível que permite que conteúdo de mídia seja carregado diretamente no sistema.

Os dados podem ser armazenados na memória ou em um banco de dados separado. Na Figura 2, a interface de banco de dados 230 pode ser usada pelo controlador / processador 210 para acessar o banco de dados. O banco de dados pode conter qualquer formatação de dados para ligar o equipamento de usuário na rede. O transceptor 240 pode criar uma conexão de dados com o equipamento de usuário. A interface de dispositivo de I / O 250 pode ser conectada a um ou mais dispositivos de entrada, que pode incluir um teclado, mouse, tela ou monitor sensível ao toque da operado por caneta, dispositivo de reconhecimento de voz, ou qualquer outro dispositivo que aceita entrada. A

interface de dispositivo de I / O 250 também pode ser conectada a um ou mais dispositivos de saída, como um monitor, impressora, disco rígido, alto-falantes ou qualquer outro dispositivo previsto para saída de dados. A interface de dispositivo de I / O 250 pode receber uma tarefa de dados ou critérios de conexão de um administrador de rede.

A interface de conexão de rede 260 pode ser conectada a um dispositivo de comunicação, modem, placa de interface de rede, um transceptor, ou qualquer outro dispositivo capaz de transmitir e receber sinais da rede. A interface de conexão de rede 260 pode ser usada para conectar um dispositivo cliente a uma rede. A interface de conexão de rede 260 pode ser usada para conectar o dispositivo de teleconferência a rede que conecta o usuário a outros usuários na teleconferência. Os componentes da estação base podem ser conectados através de um barramento 270, por exemplo, ou ligados de modo sem fio.

Software cliente e banco de dados podem ser acessados pelo controlador / processador 210 da memória 220, e podem incluir, por exemplo, aplicativos de banco de dados, aplicativos de processamento de texto, assim como os componentes que incorporam a funcionalidade de apoio à decisão da presente invenção. A estação base pode executar qualquer sistema operacional, como o Microsoft Windows®, Linux ou Unix, por exemplo. Software cliente e servidor podem ser escritos em qualquer linguagem de programação, como C, C + +, Java ou Visual Basic, por exemplo. Embora não seja necessário, a invenção é descrita, pelo menos em parte, no contexto geral de instruções executáveis por

computador, como os módulos do programa, sendo executadas pelo aparelho eletrônico, tal como um computador de uso geral. Geralmente, os módulos do programa incluem programas de rotina, objetos, componentes, estruturas de dados, etc
5 que realizam determinadas tarefas ou implementam determinados tipos de dados abstratos. Além disso, aqueles hábeis na arte vão apreciar que outras modalidades da invenção podem ser praticadas em ambientes de computação de rede com vários tipos de configurações de sistema de
10 computador, incluindo computadores pessoais, dispositivos portáteis, sistemas multi-processor, baseado em microprocessador ou eletrônicos programáveis, PCs em rede, microcomputadores, computadores de grande porte, e assim por diante.

15 A Figura 3 ilustra em um diagrama de bloco uma incorporação de um aparelho de telecomunicação ou dispositivo eletrônico configurado como o equipamento de usuário. O equipamento de usuário 302 compreende um transceptor 302, que é capaz de enviar e receber dados
20 através da rede 102. O equipamento de usuário inclui um processador 304 que executa os programas armazenados. O equipamento de usuário pode também incluir uma memória volátil 306 e uma memória não volátil 308 que são usadas pelo processador 304. O equipamento de usuário pode incluir
25 uma interface de entrada do usuário 310, que pode incluir elementos tais como um teclado, monitor, tela sensível ao toque, e assim por diante. O equipamento de usuário também tipicamente inclui um dispositivo de saída de usuário que pode incluir uma tela e uma interface de áudio 312, que
30 podem incluir elementos tais como um microfone, fone de

ouvido e alto-falante. O equipamento de usuário também pode incluir um componente de interface 314 a qual os elementos adicionais podem ser anexados, por exemplo, uma interface de barramento serial universal (USB) e uma fonte de
5 alimentação 316.

Considere uma transmissão em um sistema sem fio, que pelo menos duas palavras de código são parte da transmissão, onde uma das palavras de código (indicado como "palavra de código primária") é decodificável corretamente
10 apenas se uma ou mais das palavras de código transmitidas restantes são decodificados corretamente. Estas outras palavras de código contém algumas informações essenciais sobre os parâmetros de transmissão utilizados para a palavra de código primária.

15 O receptor precisa estimar a taxa de erro de bloco (BLER) associada com a decodificação da palavra de código primária. Isso pode ser feito usando as equações abaixo. O receptor usaria as informações de estado de canal para estimar a BLER da palavra de código primária com base em
20 algumas probabilidades de erro associadas a decodificação das palavras de código cuja correta decodificação é necessária para a decodificação correta da palavra de código primária. Alternativamente, o receptor poderia usar uma estimativa das informações sobre o estado do canal
25 obtido a partir do sinal de referência ou da transmissão piloto, além da estimativa das estatísticas de interferência / ruído para estimar a BLER da palavra de código primária com base em algumas probabilidades de erro associadas a decodificação das palavras de código cuja
30 correta decodificação é necessária para a decodificação

correta da palavra de código primária. As informações de estado de canal incluem, por exemplo, um perfil de SINR, ou estatísticas de interferências (variância), estimativas dos coeficientes de canal entre outras informações de canal.

5 A Figura 4 ilustra um diagrama de fluxo para um processo em um terminal de comunicação sem fio para prever o desempenho de um enlace de rádio. Em 410, o terminal hipotetiza uma primeira palavra de código. Em 430, o terminal hipotetiza uma segunda palavra de código,
10 incluindo a informação associada com a primeira palavra de código. Em uma modalidade, a primeira palavra de código corresponde a um canal de controle e a segunda palavra de código corresponde a um canal indicador de formato de controle carregando informações relacionadas com os
15 parâmetros de transmissão do canal de controle. Em outra modalidade, a primeira palavra de código corresponde a uma carga de dados e a segunda palavra de código corresponde a um canal de controle necessário para determinar os parâmetros de transmissão e programação de informações de
20 uma carga de dados.

 Em uma implementação, a informação, na segunda palavra de código, associada com a primeira palavra de código é um parâmetro de transmissão correspondente a qualquer um dos seguintes: um número de símbolos em que a primeira palavra
25 de código é mapeada, ou os recursos de tempo-frequência em que a primeira palavra de código é mapeada, ou um método de codificação usado para gerar a primeira palavra de código, ou um tamanho da informação de uma carga da primeira palavra de código, ou um comprimento do bloco da primeira
30 palavra de código, ou uma taxa da primeira palavra de

código, ou um número de versão de redundância da primeira palavra de código, ou uma configuração de antena de transmissão utilizada para a primeira palavra de código, ou pré-codificação utilizada para a primeira palavra de
5 código.

Na Figura 4, em 430, o terminal obtém informações de estado de canal de um sinal recebido. Em 440, o terminal estima uma taxa de erro de decodificador da primeira palavra de código sob uma condição que a segunda palavra de
10 código pode não ter sido decodificada corretamente, onde a taxa de erro do decodificador é estimada usando as informações de estado do canal. Em algumas modalidades, o terminal determina um estado de sincronização do enlace de rádio com base na taxa de erro de decodificador estimada da
15 primeira palavra de código.

Em outra modalidade, o terminal hipotetiza uma terceira palavra de código, incluindo as informações associadas com a segunda palavra de código. A taxa de erro de decodificador da primeira palavra de código é estimada
20 sob a condição de que a segunda e terceira palavras de código pode não ter sido decodificadas corretamente, onde a taxa de erro do decodificador é estimada usando uma função de mapeamento que inclui informações sobre o estado do canal. Em uma implementação em particular, a primeira
25 palavra de código corresponde a uma carga de dados e a segunda palavra de código corresponde a um canal de controle, onde as informações da segunda palavra de código inclui os parâmetros de transmissão e informações sobre a programação do bloco de dados, e a terceira palavra de
30 código corresponde a um canal indicador de formato de

controle onde a informação da terceira palavra de código inclui informações relativas aos parâmetros de transmissão do canal de controle. Aqui também, os relatórios de indicação de qualidade de canal podem ser gerados com base na taxa de erro do decodificador estimada para a primeira palavra de código. A informação da terceira palavra de código é um parâmetro de transmissão correspondente a qualquer um dos seguintes: um número de símbolos em que a segunda palavra de código é mapeada, ou os recursos de tempo-frequência em que a segunda palavra de código é mapeada, ou um método de codificação utilizado para gerar a segunda palavra de código, ou um tamanho da informação de uma carga da segunda palavra de código, ou um comprimento do bloco da segunda palavra de código, ou uma taxa da segunda palavra de código, ou um número de versão de redundância da primeira palavra de código, ou uma configuração de antena de transmissão utilizada para a segunda palavra de código ou pré-codificação utilizada para a segunda palavra de código.

Em uma modalidade, suponha que um receptor tenta decodificar a CW1 (e usa as informações armazenadas) e em seguida, tenta decodificar a CW2. A probabilidade de erro na decodificação da CW2 pode ser escrita como,

$$p_e(CW_2) = 1 - \left(1 - p_e(CW_1)\right) \left(1 - p_e(CW_2 | CW_1 \text{ corretamente decodificada})\right),$$

25

onde, $p_e(CW_2)$ é a probabilidade de erro de decodificação associado com CW1, e $p_e(CW_2 | CW_1 \text{ corretamente decodificada})$, é a probabilidade condicional de decodificação da CW2 estar em um erro quando CW1 foi corretamente decodificada.

30

Suponha que o receptor estime $p_e(CW_2)$ com base em informações de estado de canal. Em seguida, usando as informações de estado do canal, ele pode estimar $p_e(CW_1)$ e $p_e(CW_2 | CW_1 \text{ corretamente decodificada})$, e então usar a equação para estimar $p_e(CW_2)$.

Este conceito pode ser generalizado para estimar a BLER de uma palavra de código CW_n , cuja decodificação depende da decodificação correta de várias outras palavras de código $CW_1, CW_2, \dots, CW_{(n-1)}$. A probabilidade de erro de decodificação de CW_n pode ser expressa como:

$$p_e(CW_n) = 1 - (1 - p_e(CW_1 | \dots | CW_{n-1})) (1 - p_e(CW_n | CW_1, \dots, CW_{n-1} \text{ corretamente decodificada}))$$

onde $p_e(CW_1 | \dots | CW_{n-1})$ é a probabilidade de que qualquer das palavras de código $CW_1, CW_2, \dots, CW_{(n-1)}$ tenha sido recebida de forma incorrecta, e

$p_e(CW_n | CW_1, \dots, CW_{n-1} \text{ correctly decoded})$ é a probabilidade de decodificação correta de CW_n dado que $CW_1, \dots, CW_{(n-1)}$ foram decodificados corretamente. As interdependências entre as palavras de código CW_1, \dots, CW_n podem ser usadas para simplificar a equação acima.

Em uma segunda modalidade, um método é apresentado para estimar a BLER da palavra de código composta diretamente das informações de estado do canal correspondentes aos recursos de tempo-freqüência para que as duas palavras de código sejam mapeadas. Primeiro, listamos alguns métodos para o caso de duas palavras de código (ou seja, a decodificação de uma palavra de código é condicionada a decodificação correta de uma outra palavra de código) e então lista os métodos para o caso de múltiplas palavras de código (ou seja, a decodificação de uma palavra de código é condicionada à correta

decodificação de duas ou mais palavras de código).

Caso de duas palavras de código: Suponha que um receptor tenta decodificar a CW1 (e usa as informações armazenadas) e em seguida, tenta decodificar a CW2.

5 Alternadamente, $\{\gamma_k\}_{k=1}^{N_1}$ e $\{\eta_k\}_{k=1}^{N_2}$ conjuntos de informações de subportadora podem ser usados para obter as métricas relevantes. Ao modificar qualquer um dos três métodos, abordagem de Somatório Exponencial Efetivo de Mapeamento SINR (EESM), abordagem de Informação Mútua Média por Bit (MMIB) ou abordagem de momentos SINR, podem
10 juntamente obter o conjunto global PDCCH BLER como se segue.

Abordagem EESM. Suponha que a CW é a palavra de código transmitida e $p_e(CW)$ representa a probabilidade de que
15 CW seja decodificada em erro. Então, no método EESM, uma função $f_{eesm}(\bullet)$ mapeia a SNR efetiva definida como

$$\gamma_{eff} = -\beta \ln \left(\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N e^{-\gamma_k/\beta} \right),$$

20 Onde N é o comprimento de palavra de código, β é um parâmetro que é obtido através de um critério adequado de ajuste de $\{\gamma_k\}_{k=1}^N$ s (por exemplo, min-max, mínimos quadrados, etc), e $\{\gamma_k\}_{k=1}^N$ é a SINR bit a bit obtida a partir das informações SINR de subportadora para bits codificados. O mapa $f_{eesm}(\bullet)$ é calibrado por meio de simulações e,
25 posteriormente, a aproximação $p_e(CW) \approx f_{eesm}(\gamma_{eff})$ pode ser usada para estimar a BLER usando as informações SINR de subportadora. Uma abordagem EESM modificada é como segue:

30
$$\gamma_{eff} = -\beta_1 \ln \left(\frac{1}{N_1} \sum_{k=1}^{N_1} e^{-\gamma_k/\beta_1} \right) \text{ e } \eta_{eff} = -\beta_2 \ln \left(\frac{1}{N_2} \sum_{k=1}^{N_2} e^{-\eta_k/\beta_2} \right)$$

podem ser utilizados conjuntamente no mapa

$$p_e(CW_2) \approx g_{eesm}(\gamma_{eff}, \eta_{eff}),$$

5 onde $g_{eesm}(\bullet)$ é um mapa conjunto, que é calibrado em simulações.

Abordagem MMIB. Na abordagem MMIB, em geral, a informação mútua por função bit é expressa em termos de J-funções como a função de base definida. As J-funções são dependentemente moduladas (por exemplo, QPSK, 16QAM, etc) e mapear a SINR bit a bit para uma informação mútua por métrica bit. A métrica de informação mútua média é então mapeada para BLER e a função de mapeamento $f_{mmib}(\bullet)$ é calibrada através de simulações. Posteriormente, a aproximação $p_e(CW) \approx f_{mmib}(I_{mean})$, onde I_{mean} é a média de métrica de informação mútua bit a bit, pode ser usada para estimar a BLER. Uma abordagem modificada MMIB é com se segue: $I_{mean}^{(1)}$ e $I_{mean}^{(2)}$ correspondem às métricas MMIB $\{\gamma_k\}_{k=1}^{N_1}$ e $\{\eta_k\}_{k=1}^{N_2}$ respectivamente, por exemplo, derivados de $\{\gamma_k\}_{k=1}^{N_1}$ e $\{\eta_k\}_{k=1}^{N_2}$. Um mapa conjunto $g_{mmib}(\bullet)$ pode ser calibrado para estimar a BLER CW2 global, usando a aproximação

$$p_e(CW_2) \approx g_{mmib}(I_{mmib}^{(1)}, I_{mmib}^{(2)}).$$

Abordagem momento SINR: Como alternativa, a BLER pode ser estimada utilizando os primeiros n momentos da do perfil SINR da subportadora SINR $\{\gamma_k\}_{k=1}^N$ como entrada. Suponha que $\bar{\gamma}, \gamma^2, \gamma^3, \dots$ etc denotam o primeiro, segundo, terceiro e maiores momentos centrais da sequência SINR, $\{\gamma_k\}_{k=1}^N$ definido como

$$30 \quad \bar{\gamma}^n = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |\gamma_k|^n$$

Então, uma função de mapeamento $f_{\text{sindr}}(\bullet)$ pode ser calibrada de forma que BLER é estimada usando a expressão

$$p_e(CW) \approx f_{\text{sindr}}(\bar{\gamma}, \bar{\gamma}^2, \bar{\gamma}^3, \dots).$$

5 .

A abordagem de momento SINR modificada é como segue: Os primeiros poucos momentos SINR correspondentes a CW_1 e CW_2 , $\bar{\gamma}, \bar{\gamma}^2, \bar{\gamma}^3, \dots$ e $\bar{\eta}, \bar{\eta}^2, \bar{\eta}^3, \dots$ derivados de $\{\gamma_k\}_{k=1}^{N_1}$ e $\{\eta_k\}_{k=1}^{N_2}$ podem ser usados para juntamente calibrar mapa $g_{\text{sindr}}(\bullet)$ para estimar a BLER CW_2 global usando a aproximação

10

$$p_e(CW_2) \approx f_{\text{sindr}}(\bar{\gamma}, \bar{\gamma}^2, \bar{\gamma}^3, \dots; \bar{\eta}, \bar{\eta}^2, \bar{\eta}^3, \dots).$$

Caso múltiplas palavras de código: As abordagens de mapeamento acima podem ser generalizadas para o caso quando BLER precisa ser estimada para uma palavra de código CW_n , cuja decodificação depende corretamente da decodificação de várias outras palavras de código $CW_1, CW_2, \dots, CW_{(n-1)}$. A função de mapeamento comum pode ser construída pelos três métodos abaixo.

20

Abordagem EESM:

$$p_e(CW_n) \approx g_{\text{eesm}}(\gamma_{\text{eff}}^{(1)}, \gamma_{\text{eff}}^{(2)}, \dots, \gamma_{\text{eff}}^{(n-1)}), \text{ onde } \gamma_{\text{eff}}^{(k)}$$

corresponde à efetiva SNR para palavra de código CW_k .

Abordagem MMIB:

$$p_e(CW_n) \approx g_{\text{mmib}}(I_{\text{mmib}}^{(1)}, I_{\text{mmib}}^{(2)}, \dots, I_{\text{mmib}}^{(n-1)}), \text{ onde } I_{\text{mmib}}^{(k)}$$

25

corresponde à informação mútua média por bit para palavra de código CW_k .

Abordagem momento SINR:

$$p_e(CW_2) \approx f_{\text{sindr}}(\bar{\gamma}_1, \bar{\gamma}_1^2, \bar{\gamma}_1^3, \dots; \bar{\gamma}_2, \bar{\gamma}_2^2, \bar{\gamma}_2^3, \dots; \dots; \bar{\gamma}_{n-1}, \bar{\gamma}_{n-1}^2, \bar{\gamma}_{n-1}^3)$$

30

onde $\bar{\gamma}_k, \bar{\gamma}_k^2, \bar{\gamma}_k^3, \dots$ correspondem aos momentos SINR

para subportadoras carregando palavra de código CWk.

Apesar de a presente divulgação e os melhores modos terem sido descritos de uma forma que estabelece a posse pelos inventores e permitindo que aqueles de competência
5 comum façam e usem o mesmo, será entendido que existem equivalentes às personificações exemplares divulgadas aqui e que as modificações e as variações podem ser feitas sem se afastar do escopo e do espírito da invenção, que não deve ser limitada pela personificações exemplares, mas
10 pelas reivindicações anexadas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para previsão do desempenho do enlace de rádio em um terminal de comunicação sem fio, o método **caracterizado** pelo fato de que compreende:

- 5 hipotetizar uma primeira palavra de código;
 hipotetizar uma segunda palavra de código incluindo a
informação associada com a primeira palavra de código;
 obter informações de estado de canal a partir de um
sinal recebido; e
- 10 estimar uma taxa de erro de decodificador da primeira
palavra de código sob uma condição que a segunda palavra de
código pode não ter sido decodificada corretamente, a taxa
de erro de decodificador é estimada usando as informações
de estado do canal;
- 15 em que a primeira palavra de código corresponde a uma
carga de dados e a segunda palavra de código corresponde a
um canal de controle necessário para a determinação de
parâmetros de transmissão e programação de informações da
carga de dados.

20 2. Método, de acordo com a reivindicação 1,
caracterizado pelo fato de que o sinal recebido corresponde
a um sinal de referência de célula específica.

 3. Método, de acordo com a reivindicação 1,
caracterizado pelo fato de que compreende ainda determinar

25 um estado de sincronização do enlace de rádio com base na
taxa de erro de decodificador estimada da primeira palavra
de código.

 4. Método, de acordo com a reivindicação 1,
caracterizado pelo fato de que compreende ainda gerar

30 relatórios de indicação de qualidade de canal com base na

taxa de erro de decodificador estimada para a primeira palavra de código.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que compreende ainda

5 hipotetizar uma terceira palavra de código incluindo as informações associadas com a segunda palavra de código, estimar a taxa de erro de decodificador da primeira palavra de código sob uma condição de que a segunda e terceira palavras de código não poderão ser decodificadas
10 corretamente, a taxa de erro de decodificador é estimada usando uma função de mapeamento que inclui informações sobre o estado do canal.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que

15 a primeira palavra de código corresponde a uma carga de dados e a segunda palavra de código corresponde a um canal de controle, onde as informações da segunda palavra de código inclui os parâmetros de transmissão e programação de informações da carga de dados, e

20 a terceira palavra de código corresponde a um canal indicador de formato de controle em que as informações da terceira palavra de código inclui informações relativas a parâmetros de transmissão do canal de controle.

7. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que compreende ainda gerar
25 relatórios de indicação de qualidade de canal com base na taxa de erro de decodificador estimada para a primeira palavra de código.

8. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que as informações da terceira
30

palavra de código é um parâmetro de transmissão correspondente a qualquer um de:

um número de símbolos em que a segunda palavra de código é mapeada,

5 recursos de tempo-frequência em que a segunda palavra de código é mapeada, ou

um método de codificação utilizado para gerar a segunda palavra de código, ou

10 um informação do tamanho de uma carga da segunda palavra de código, ou

um comprimento do bloco da segunda palavra de código, ou

uma taxa da segunda palavra de código, ou

15 um número de versão de redundância da primeira palavra de código, ou uma configuração de antena de transmissão utilizada para a segunda palavra de código ou

pré codificação utilizada para a segunda palavra de código.

9. Terminal de comunicação sem fio **caracterizado** pelo fato de que compreende:

um transceptor,

um controlador acoplado ao transceptor, o controlador configurado para hipotetizar uma primeira palavra de código e para hipotetizar uma segunda palavra de código, incluindo a informação associada com a primeira palavra de código,

25 o controlador configurado para obter informações de estado de canal a partir de um sinal recebido,

o controlador configurado para estimar uma taxa de erro de decodificador da primeira palavra de código sob uma condição de que a segunda palavra de código não é

30

decodificada corretamente, a taxa de erro de decodificador é estimada usando uma função de mapeamento que inclui informações sobre o estado do canal;

em que a primeira palavra de código corresponde a uma
5 carga de dados e a segunda palavra de código corresponde a um canal de controle necessário para determinar os parâmetros de transmissão e programação de informações de uma carga de dados.

10 10. Terminal, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que o controlador configurado para determinar o estado de sincronização do enlace de rádio com base na taxa estimada de erro de decodificador da primeira palavra de código.

15 11. Método, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que o controlador configurado para gerar relatórios de indicação de qualidade de canal com base na taxa de erro de decodificador estimada para a primeira palavra de código.

20 12. Terminal, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que o controlador configurado para hipotetizar uma terceira palavra de código, incluindo as informações associadas com a segunda palavra de código e para estimar a taxa de erro de decodificador da primeira palavra de código sob uma condição de que a segunda e
25 terceira palavras de código não são decodificadas corretamente.

30 13. Terminal, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que a primeira palavra de código corresponde a uma carga de dados e a segunda palavra de código corresponde a um canal de controle, onde a

informação da segunda palavra de código inclui os parâmetros de transmissão e programação de informações da carga de dados, e a terceira palavra de código corresponde a um canal indicador de formato de controle em que a
5 informação da terceira palavra de código inclui informação relativa a um parâmetro de transmissão do canal de controle.

14. Terminal, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que o controlador configurado
10 para gerar relatórios de indicação de qualidade de canal com base na taxa estimada de erro de decodificador para a primeira palavra de código.

15. Terminal, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que a informação na terceira
15 palavra código é um parâmetro de transmissão correspondente a qualquer um de:

um número de símbolos em que a segunda palavra de código é mapeada,

recursos de tempo-frequência em que a segunda palavra
20 de código é mapeada, ou

um método de codificação utilizado para gerar a segunda palavra de código, ou

um tamanho da informação de uma carga da segunda palavra de código, ou

25 um comprimento do bloco da segunda palavra de código, ou

uma taxa da segunda palavra de código, ou

um número de versão de redundância da primeira palavra código, ou

30 uma configuração de antena de transmissão utilizada

para a segunda palavra de código ou

pré-codificação usada para a segunda palavra de código.

16. Método para previsão do desempenho do enlace de rádio em um terminal de comunicação sem fio, o método **caracterizado** pelo fato de que compreende:

hipotetizar uma primeira palavra de código, em que a primeira palavra de código corresponde a um canal de controle;

10 hipotetizar uma segunda palavra de código em que a segunda palavra de código corresponde a um canal indicador de formato de controle carregando informação relacionada aos parâmetros de transmissão do canal de controle;

receber um sinal de referência;

15 estimar uma taxa de erro de decodificador da primeira palavra de código sob uma condição que a segunda palavra de código pode não ter sido decodificada corretamente, a taxa de erro de decodificador é estimada usando as informações de estado do canal.

20 17. Método, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de que o sinal recebido corresponde a um sinal de referência de célula específica.

18. Método, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de que compreende ainda determinar 25 um estado de sincronização do enlace de rádio com base na taxa de erro de decodificador estimada da primeira palavra de código.

19. Método, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de que compreende ainda gerar 30 relatórios de indicação de qualidade de canal com base na

taxa de erro de decodificador estimada para a primeira palavra de código.

20. Método, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de que os parâmetros de transmissão correspondente a qualquer um de:

um número de símbolos em que a primeira palavra de código é mapeada,

recursos de tempo-frequência em que a primeira palavra de código é mapeada, ou

um método de codificação utilizado para gerar a primeira palavra de código, ou

um tamanho da informação de uma carga de dados da primeira palavra de código, ou

um comprimento de bloco da primeira palavra de código,

15 ou

uma taxa da primeira palavra de código, ou

um número de versão de redundância da primeira palavra de código, ou

uma configuração de antena de transmissão usada para a primeira palavra de código ou

pré-codificação usada para a primeira palavra de código.

21. Método, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de adicionalmente compreender:

hipotetizar uma terceira palavra de código, incluindo as informações associadas com a segunda palavra de código;

estimar a taxa de erro de decodificador da primeira palavra de código sob uma condição de que a segunda e terceira palavras de código não são decodificadas

30 corretamente.

22. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** adicionalmente compreender gerar relatórios de indicação de qualidade de canal com base na taxa de erro de decodificador estimada para a primeira palavra de código.

23. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** pelo fato de que a informação incluída na terceira palavra de código é um parâmetro de transmissão correspondente a qualquer um de:

10 um número de símbolos em que a segunda palavra de código é mapeada,

recursos de tempo-frequência em que a segunda palavra de código é mapeada, ou

15 um método de codificação utilizado para gerar a segunda palavra de código, ou

um tamanho da informação de uma carga de dados da segunda palavra de código, ou

um comprimento de bloco da segunda palavra de código, ou

20 uma taxa da segunda palavra de código, ou

um número de versão de redundância da primeira palavra de código, ou uma configuração de antena de transmissão usada para a segunda palavra de código ou

25 pré-codificação usada para a segunda palavra de código.

24. Método, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de que adicionalmente compreende:

30 com base no sinal de referência recebido, estimar a probabilidade de erro em decodificar a segunda palavra de código hipotetizada;

com base no sinal de referência recebido, estimar a probabilidade de erro em decodificar a primeira palavra de código corretamente, sob a condição de que a segunda palavra de código tenha sido decodificada corretamente;

5 estimar a taxa de erro de decodificador da primeira palavra de código com base na probabilidade de erro em decodificar a primeira palavra de código corretamente, sob a condição de que a segunda palavra de código tenha sido decodificada corretamente e a probabilidade estimada de erro em decodificar a segunda palavra de código hipotetizada.

25. Método, de acordo com a reivindicação 24, **caracterizado** pelo fato de que a taxa de erro de decodificador da primeira palavra de código é uma probabilidade de erro em decodificar a primeira palavra de código, e sendo que a probabilidade de erro em decodificar a primeira palavra de código é estimada usando a equação:

$$p_e(CW_2) = 1 - (1 - p_e(CW_1))(1 - p_e(CW_2 | CW_1 \text{ corretamente decodificada})),$$

20 onde, $p_e(CW_1)$ é a probabilidade de erro de decodificação associado com CW1,

$p_e(CW_2)$ é a probabilidade de erro de decodificação associado com CW2,

$p_e(CW_1 | CW_2 \text{ corretamente decodificada})$ é a probabilidade de erro de decodificação da primeira palavra de código corretamente, sob a condição de a segunda palavra de erro ter sido decodificada corretamente.

26. Terminal de comunicação sem fio **caracterizado** pelo fato de que compreende:

30 um transceptor configurado para receber um sinal de

referência,

um controlador acoplado ao transceptor,

o controlador configurado para hipotetizar uma primeira palavra de código e para hipotetizar uma segunda
5 palavra de código,

em que a primeira palavra de código corresponde a um canal de controle e a segunda palavra de código corresponde a um canal de indicador de formato de controle conduzindo informação relacionada aos parâmetros de transmissão do
10 canal de controle,

o controlador configurado para estimar uma taxa de erro de decodificador da primeira palavra de código sob uma condição que a segunda palavra de código não foi decodificada corretamente, a taxa de erro de decodificador
15 é estimada com base no sinal de referência.

27. Terminal de acordo com a reivindicação 26, **caracterizado** pelo fato de o controlador ser configurado para determinar um estado de sincronização do enlace de rádio com base na taxa de erro de decodificador estimada da
20 primeira palavra de código.

28. Método, de acordo com a reivindicação 26, **caracterizado** pelo fato de que o controlador é configurado para gerar relatórios de indicação de qualidade de canal com base na taxa de erro de decodificador estimada para a
25 primeira palavra de código.

29. Terminal, de acordo com a reivindicação 26, **caracterizado** pelo fato de que os parâmetros de transmissão correspondem a qualquer um de:

um número de símbolos em que a primeira palavra de
30 código é mapeada,

recursos de tempo-frequência em que a primeira palavra de código é mapeada, ou

um método de codificação utilizado para gerar a primeira palavra de código, ou

5 um tamanho da informação de uma carga de dados da primeira palavra de código, ou

um comprimento de bloco da primeira palavra de código, ou

uma taxa da primeira palavra de código, ou

10 um número de versão de redundância da primeira palavra de código, ou uma configuração de antena de transmissão usada para a primeira palavra de código ou

pré-codificação usada para a segunda palavra de código.

15 30. Terminal, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de o controlador ser configurado para hipotetizar uma terceira palavra de código, incluindo as informações associadas com a segunda palavra de código e estimar a taxa de erro de decodificador da primeira palavra

20 de código sob uma condição de que a segunda e terceira palavras de código não são decodificadas corretamente.

31. Terminal, de acordo com a reivindicação 30, **caracterizado** pelo fato de o controlador ser configurado para gerar relatórios de indicação de qualidade de canal

25 com base na taxa de erro de decodificador estimada para a primeira palavra de código.

32. Terminal, de acordo com a reivindicação 30, **caracterizado** pelo fato de que a informação incluída na terceira palavra é um parâmetro de transmissão

30 correspondente a qualquer um de:

um número de símbolos em que a segunda palavra de código é mapeada,

recursos de tempo-frequência em que a segunda palavra de código é mapeada, ou

5 um método de codificação utilizado para gerar a segunda palavra de código, ou

um tamanho da informação de uma carga de dados da segunda palavra de código, ou

10 um comprimento de bloco da segunda palavra de código, ou

uma taxa da segunda palavra de código, ou

um número de versão de redundância da primeira palavra de código, ou uma configuração de antena de transmissão usada para a segunda palavra de código ou

15 pré-codificação usada para a segunda palavra de código.

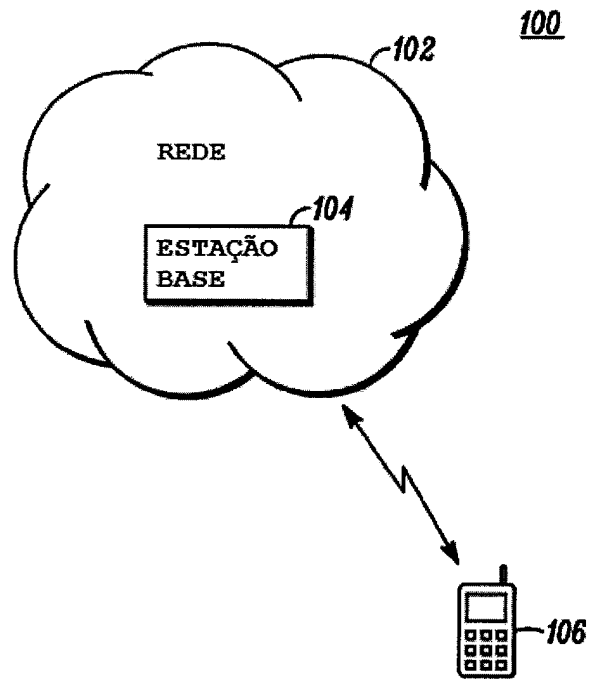


FIG. 1

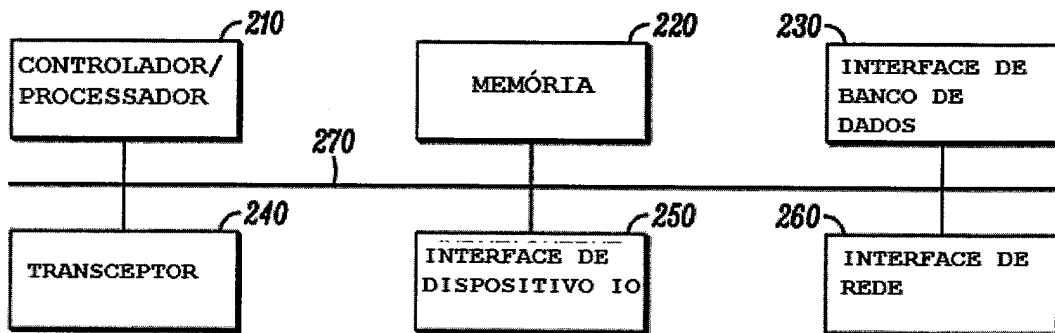
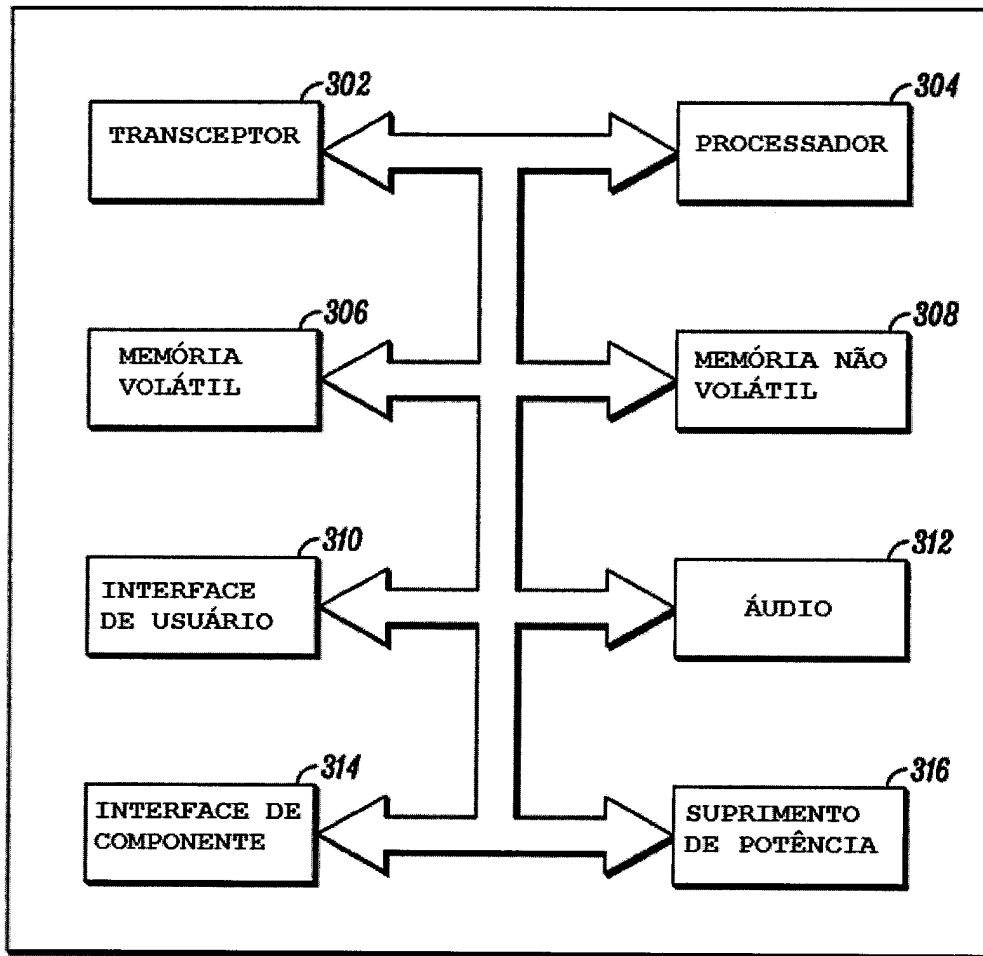
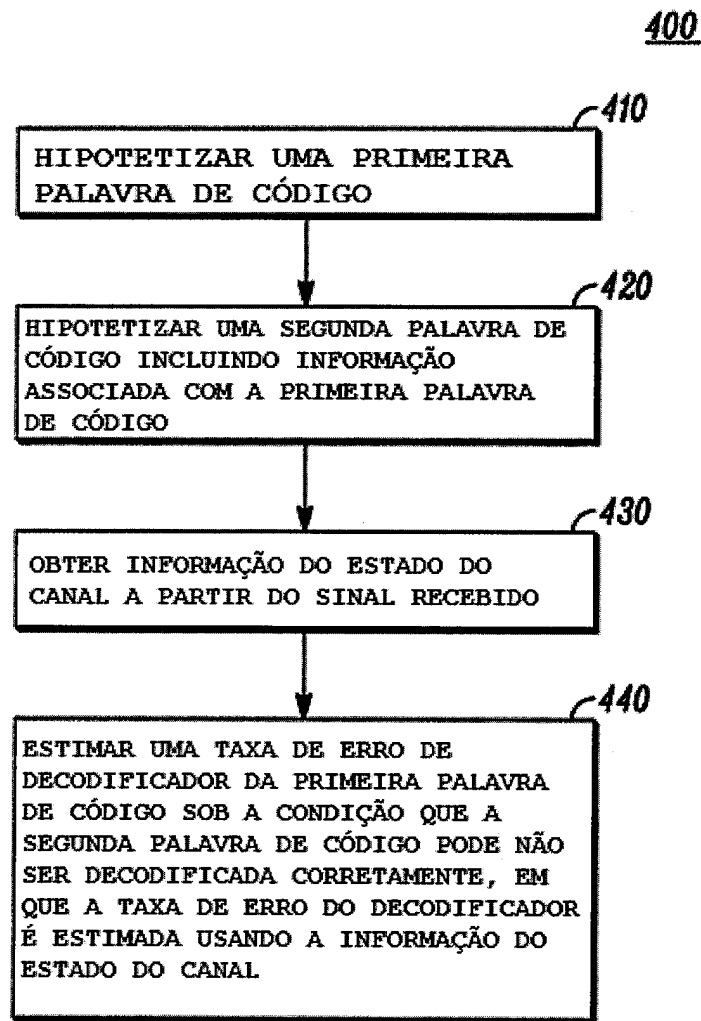


FIG. 2

*FIG. 3*

*FIG. 4*