



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

**(11) PI 9912256-1 B1**

**(22) Data do Depósito:** 02/07/1999

**(45) Data de Concessão:** 17/11/2015  
**(RPI 2341)**



---

**(54) Título:** SISTEMA DE COMUNICAÇÃO MÓVEL E SISTEMA RECEPTOR PARA OPERAÇÃO EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO MÓVEL SEM FIO

**(51) Int.Cl.:** H04W 36/18; H04L 1/06; H03M 13/00

**(30) Prioridade Unionista:** 07/07/1998 US 09/110,395

**(73) Titular(es):** LG ELECTRONICS, INC.

**(72) Inventor(es):** BYUNG KWAN YI

## **SISTEMA DE COMUNICAÇÃO MÓVEL E SISTEMA RECEPTOR PARA OPERAÇÃO EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO MÓVEL SEM FIO**

### Campo Técnico

A presente invenção refere-se a sistemas de comunicações. Mais especificamente, a presente invenção refere-se a um novo e melhorado sistema para proporcionar comunicações com uma estação móvel durante um handoff entre as estações de célula base ou seus setores ou entre feixes de satélite e/ou entre satélites. A presente invenção combina um mecanismo de soft handoff com técnicas de combinação de diversidade de código, técnicas de combinação de diversidade de pacote e um algoritmo de decodificação iterativo (conhecido como codificação turbo). O sistema opera tanto em um sistema de comunicações de acesso múltiplo de divisão de código (CDMA), de acesso múltiplo de divisão de frequência (FDMA), quanto em um de acesso múltiplo de divisão de tempo (TDMA).

### Fundamentos da Técnica

Em sistemas de comunicação tendo, geograficamente, estações fixas e estações móveis, é necessário fazer um handoff das comunicações com a estação móvel a partir de uma primeira estação fixa para uma segunda estação fixa, conforme a estação móvel se move para mais longe da primeira estação fixa e para mais perto da segunda estação fixa. No contexto de comunicações celulares, conforme uma estação móvel se desloca para fora de uma primeira célula e para dentro de uma segunda célula, as comunicações com a estação móvel devem ser passadas de uma estação base na primeira célula para a estação base na segunda. De forma semelhante, no caso das estações base fornecidas nos satélites em órbita, a posição da unidade "móvel" sobre ou perto da superfície da Terra é relativamente fixa em comparação com os satélites em órbita, e as comunicações com esta unidade devem ser passadas de uma primeira estação base para uma segunda estação base. A segunda estação base pode estar em um segundo satélite ou pode estar associada com uma segunda antena no primeiro satélite que serve um segundo feixe (região geográfica). Em seguida, a estação base refere-se a uma estação base fixa no solo ou a uma estação base fornecida a bordo de um satélite em órbita.

Existem três tipos de handoff convencional, dependendo do sistema de acesso múltiplo empregado no sistema de comunicações: hard handoff, soft handoff e softer handoff.

O hard handoff é caracterizado por uma desconexão temporária dos canais diretos e reverso e é típico em um ambiente de FDMA ou TDMA. Conforme a

unidade móvel se move para fora de uma área de célula ou feixe de satélite atualmente servido durante uma sessão de comunicações, o sinal recebido se torna fraco e um handoff é necessário. Para realizar o hard handoff, o sistema de comunicações troca a sessão de comunicações para um novo canal, enquanto a  
5 sessão continua. Nos hard handoffs em FDMA ou TDMA (ou um sistema CDMA para outro sistema CDMA, usando espectros de frequência diferentes), o receptor na unidade móvel pára a demodulação e a decodificação de informações transmitidas no link do canal antigo, da célula ou link do satélite inicialmente servindo à sessão, e então começa a demodulação e a decodificação das  
10 informações transmitidas através de um segundo link do canal.

Em um sistema celular de FDMA ou TDMA convencional, o esquema de handoff implementado destina-se a permitir que uma chamada continue quando um telefone móvel cruze o limite entre as células. Em seguida, o handoff de uma célula para outra é iniciado quando o receptor na estação de célula base que controla a  
15 chamada percebe que a intensidade do sinal recebido da estação móvel cai abaixo de um valor limite predeterminado. Um sinal baixo para a indicação da razão de ruído implica que o telefone móvel é sobre o limite da célula. Quando o nível do sinal cai abaixo do valor limite predeterminado, a estação base pede ao controlador do sistema para determinar se uma estação base vizinha recebeu o sinal móvel  
20 com uma intensidade de sinal melhor do que a estação base atual. O controlador do sistema, em resposta ao pedido da estação base atual, envia mensagens para as estações base vizinhas com uma solicitação de handoff. As estações base vizinhas da estação base atual empregam receptores de varredura que recebem o sinal da estação móvel no canal especificado.

O handoff será tentado uma vez que uma das estações base vizinhas relatar um nível de sinal adequado para o controlador do sistema. Esse cenário é chamado de um "processo de handoff iniciado na estação base". O handoff é então iniciado quando um canal ocioso do conjunto de canal usado na nova estação base é selecionado. Uma mensagem de controle é enviada à estação móvel ordenando  
25 que esta troque o canal atual para o novo canal. Ao mesmo tempo, o controlador do sistema troca a chamada da primeira estação base para estação base selecionada. No sistema convencional, o sistema FDMA ou TDMA, uma chamada será encerrada se o handoff da nova estação base não for bem sucedida. Há várias razões pelas quais pode ocorrer uma falha no handoff.

35 Por exemplo, um handoff pode falhar não se houver nenhum canal ocioso disponível nas células vizinhas com a intensidade de sinal apropriada.

Um handoff também pode falhar se outra estação base relatar atender a estação móvel em questão, quando na verdade, a estação base atende na verdade uma estação móvel diferente, usando o mesmo canal em uma célula completamente diferente.

5            Para os hard handoffs iniciados na estação base que ocorrem próximo aos limites da célula, os níveis de sinal tendem a flutuar em ambas as estações base. Essa flutuação do nível do sinal dá origem a uma situação de "ping-pong", pela qual a estação móvel é repetidamente instruída por uma estação base original para fazer o handoff da chamada para uma estação base vizinha, e, então, a estação base  
10 vizinha instrui a estação móvel a fazer o handoff de volta à estação base original.

Este processo é às vezes chamado de "pausa antes de conectar-se". Devido ao fato de um hard handoff ser completado por uma desconexão temporária do canal de tráfego, a informação no sinal recebido pode ser perdida.

O soft handoff (como usado em um ambiente de CDMA) alivia o problema  
15 da desconexão temporária. Em um soft handoff, dois ou mais sinais recebidos através de diferentes células ou satélites são simultaneamente demodulados, combinados e decodificados pela mesma unidade receptora. Devido ao fato de o ambiente de CDMA permitir que o receptor simultaneamente demodule, combine e decodifique os sinais de mais de uma estação base, o soft handoff não requer  
20 qualquer desconexão dos canais de tráfego. Um usuário movendo-se na área de serviço de outra estação base ou feixe de satélite não precisa alterar sua frequência de recepção ou de transmissão. Um soft handoff é caracterizado por iniciar comunicações usando uma nova sequência de código (isto é, com uma nova estação base em uma nova célula ou satélite) na mesma frequência de CDMA  
25 antes de terminar as comunicações com a antiga sequência de código.

Um sistema de soft handoff usado em conjunto com um sistema de comunicação celular é descrito na Patente US Nº. 5.640.414 para a "Mobile Station Assisted Soft Handoff in a CDMA Cellular Communications Systems", emitida por Blakeney II, et al. (a "Patente Blakeney"), que está incorporada neste documento  
30 para referência. O início do processo de handoff é invocado pela estação móvel que mede a potência do sinal do sinal piloto de auxílio de handoff sobre o canal piloto no sistema CDMA ou pela estação base que mede a potência do sinal da estação móvel. O soft handoff de CDMA típico é implementado pela combinação de diversidade (isto é, combinando os sinais de estações base iguais ou diferentes)  
35 em conjunto com um receptor RAKE, proporcionando, desse modo, maior confiabilidade na chamada do que um hard handoff e apoiando o processo de

handoff entre as células ou feixes de uma forma transparente para o usuário.

Conforme descrito na patente Blakeney com referência a um sistema de comunicações celulares, o método de handoff móvel iniciado é diferente do método de handoff iniciado da estação base. O handoff móvel iniciado depende da estação móvel para detectar a presença ou ausência de sinais pilotos e a intensidade do sinal dos sinais pilotos. Assim, a fim de realizar um handoff iniciado por uma estação móvel, a estação móvel é equipada com um receptor de pesquisa para digitalizar os sinais pilotos de outras estações base. Uma razão para empregar um método de handoff móvel iniciado é que a estação móvel é mais sensível do que as estações base a alterações no caminho entre ela mesma e várias estações base vizinhas.

Em um sistema CDMA convencional, dois tipos de operações de handoff são implementados; o soft handoff e hard handoff CDMA-para-CDMA. O hard handoff CDMA-para-CDMA é semelhante àquele do sistema TDMA ou FDMA, e pode ocorrer a interrupção da chamada. Pode ser útil na compreensão dos problemas com os sistemas existentes para considerar um CDMA e seus procedimentos de soft handoff um pouco mais detalhadamente.

Na situação do soft handoff, a estação móvel inicia o processo de handoff. A estação móvel realiza a diversidade de sinal combinando a/para múltiplas estações base. A estação móvel emprega receptores RAKE para receber as comunicações simultaneamente das múltiplas estações base. Um soft handoff ocorre quando a estação móvel está se comunicando simultaneamente com duas ou mais estações base ou com dois ou mais setores da mesma estação base antes das comunicações com a estação base anterior ou setor ser encerrado. O último caso (isto é, entre os setores dentro de uma célula) é chamado de um "softer handoff". Este é um tipo especial de soft handoff, e nenhuma distinção é feita neste documento entre um soft e um softer handoff. No ambiente de soft handoff, a chamada entre uma estação móvel e um usuário final não é interrompida pelo handoff eventual da estação base correspondente à célula da qual a estação móvel está sendo atualmente servida para estação base correspondente à célula de que a estação móvel deve receber serviços.

As FIGs. 1-3 retratam um sistema CDMA convencional. Conforme mostrado na FIG. 1, o receptor do combinador de diversidade do sistema CDMA no receptor móvel inclui um diplexador que alimenta um receptor analógico de front end 101, que fornece sinais a múltiplos receptores RAKE digitais 102A, 102B, 102C e a um receptor do pesquisador 103. Os receptores fornecem dados para um combinador

de diversidade 104. A saída do combinador de diversidade é conectada a um decodificador 105. Se a unidade móvel fornecer um serviço de telefonia, o decodificador fornece sinais através um circuito de processamento de banda base e um vocodificador, para fornecer os sinais para guiar o alto-falante do aparelho telefônico.

Conforme mostrado na FIG. 2, o receptor do combinador de diversidade do sistema CDMA convencional na estação base tem a mesma configuração que a estação móvel, exceto pelo diplexador e pelo número de antenas e receptores de front end. Na estação base, dois sistemas de receptor são usados para a recepção da diversidade da antena. Esses dois sistemas recebem independentemente os mesmos sinais de CDMA e são combinados no combinador de diversidade 204. Assim, as antenas 200A, 200B recebem separadamente um sinal da estação móvel, e cada antena fornece o sinal para um receptor analógico 201. O receptor analógico é seguido por múltiplos receptores RAKE 202A e 202B e por um receptor de pesquisador 203. Os receptores RAKE 202A, 202B emitem os sinais para um combinador de diversidade 204. Assim como a saída do combinador de diversidade 104 na estação móvel, o sinal é, então, decodificado no decodificador 205. A estação base encaminha a informação do canal reverso decodificada sobre um link digital para um centro de comutação principal (MSC).

A FIG. 3 retrata a operação do combinador de diversidade 104 ou 204 tanto na estação móvel ou na estação base. O combinador de diversidade utiliza um combinador de razão máxima. O primeiro combinador aplica uma razão específica entre sinal ponderado e ruído em 301A, 301B, 301C (que é baseada na sua intensidade do sinal medida) para os sinais dos dados de entrada dos receptores individuais, aqui representados genericamente pelos receptores 302A, 302B, 302C. O combinador de diversidade combina, então, esses sinais ponderados no adicionador 303. O esquema de combinação de diversidade é denominado "um combinador de razão máxima". A combinação é coerente, desde que a demodulação do sinal piloto permita o alinhamento de múltiplos fluxos de sinais recebidos. O sinal combinado resultante é, então, decodificado pelo decodificador 304, usando uma correção adiantada de erros. A correção adiantada de erros convencional usa o código convolucional com um decodificador de algoritmo de Viterbi apropriado. Um sistema celular CDMA convencional exemplar usa os códigos convolucionais. Esse sistema tem uma taxa de código de 1/2 para o link direto de uma estação base para uma estação móvel e uma taxa de código de 1/3 para o link reverso de uma estação móvel para a estação base.

As operações de processamento de chamada convencionais durante um soft handoff de uma estação base A para uma estação base B incluem o seguinte:

1) A estação móvel servida pela estação base A examina e mede os sinais pilotos potenciais para duas ou mais estações base.

5           2) O receptor móvel detecta o sinal piloto da estação base B que excede um nível limite predeterminado.

3) A estação móvel envia uma mensagem de medição de intensidade piloto para a estação base A.

10           4) A estação base A recebe a mensagem de medição de intensidade piloto e retransmite a mensagem para a estação base B através do Centro de Comutação Principal.

5) A estação base B começa a transmitir o mesmo tráfego para a estação móvel particular no canal direto como aquele transmitido pela estação base A e adquire o canal de tráfego reverso da estação móvel.

15           6) As estações base A e B, cada uma, enviam uma mensagem de direção do handoff para a estação móvel para começar a demodulação dos sinais de A e B.

20           7) A estação móvel recebe as mensagens de direção do handoff, adquire e demodula o sinal da estação base B e começa a diversidade, combinando os sinais das estações base A e B.

8) A estação móvel envia uma mensagem a ambas as estações base A e B, informando a ambas as estações base que está recebendo os sinais delas duas.

25           9) Se o Temporizador de Encerramento do handoff expirar, como para o sinal piloto da estação base A, a estação móvel envia uma mensagem de medição de intensidade piloto às estações base A e B. Se um sinal de uma estação base permanecer abaixo de um valor limite predeterminado para uma quantidade de tempo predeterminada (isto é, o período do Timer Drop do handoff), o sinal daquela estação base será encerrado a partir do conjunto de sinais sendo processado pela estação móvel, conforme descrito nas etapas 10-13.

30           10) As estações base A e B enviam uma mensagem de direção do handoff para usar apenas B para a estação móvel.

11) A estação móvel envia a mensagem de conclusão do handoff para as estações base A e B, informando as estações base que ela irá parar de receber os sinais da estação base A.

35           12) A estação móvel recebe a mensagem de direção do handoff, para a combinação de diversidade e começa a desmodulação dos sinais da estação base

B apenas.

13) Tendo recebido a mensagem de conclusão do handoff, a estação base A pára a transmissão no canal de tráfego progressivo da estação móvel e a recepção no canal de tráfego reverso.

5 O método de handoff iniciado da estação móvel proporciona um handoff mais confiável e um maior desempenho do sistema do que o handoff iniciado da estação base. A combinação de diversidade no receptor da estação móvel de sinais de múltiplas estações base, em conjunto com o receptor RAKE, permite que o receptor móvel receba múltiplas cópias do mesmo sinal de CDMA de diferentes estações base e múltiplas cópias do mesmo sinal de cada estação base.

10 O softer handoff, que é um caso especial da operação do soft handoff, ocorre quando uma estação móvel se move de uma cobertura do setor para outra cobertura do setor na mesma célula de CDMA. O softer handoff usa os mesmos procedimentos do soft handoff, exceto que o soft handoff ocorre entre as antenas do setor da mesma estação base, em vez de entre as estações base.

15 Há pelo menos três razões pelas quais o soft handoff é preferível sobre o hard handoff, se o projeto do sistema permitir.

o **Melhor qualidade do link.** Os limites da célula (conforme usado neste documento, "limites de célula" também incluem os limites de feixe para sistemas de satélite e célula refere-se à cobertura de uma antena de estação base em solo ou de um feixe de satélite) geralmente oferecem cobertura fraca acoplada com uma maior interferência de outras células. Portanto, a diversidade do canal de tráfego progressivo de células adicionais ou satélites irá melhorar a qualidade do link.

25 o **Interferência controlada.** Uma unidade móvel consiste em uma estação móvel para o ambiente celular e um terminal relativamente fixo em solo do ambiente de satélite. Enquanto em um limite de célula, a interferência da unidade móvel para as unidades móveis em outras células é máxima. O soft handoff aumenta a capacidade de controlar a potência do sinal da unidade móvel dessas células, minimizando, desse modo, essas interferências.

30 o **Reduzir as probabilidades de encerramento da chamada.** O link direto é mais vulnerável em áreas de handoff. Um processo de handoff lento acoplado com um veículo em movimento em alta velocidade ou um satélite em movimento rápido pode fazer com que a chamada seja encerrada, se a unidade móvel não for mais capaz de demodular o link direto transmitido a partir da célula original, perdendo, assim, os comandos de direção do handoff.

35

Enquanto cada um dos sistemas descritos acima proporciona handoffs de chamadas celulares, nenhum dos sistemas proporcionam handoffs que sejam tão confiáveis como um provedor de sistema de comunicações ou um usuário de sistema de comunicações iria preferir. Problemas comuns continuam a ocorrer na região de handoff de uma determinada célula ou feixe de satélite, incluindo interferências, desvanecimento (perda excessiva do caminho) ou ecoamento (fenômeno de propagação do atraso de tempo) do sinal e desvanecimento em múltiplos caminhos. A interferência é causada por sinais de células vizinhas. A estação móvel pode inadvertidamente interpretar um sinal de uma célula vizinha ou satélite e processar o sinal como se fosse o sinal destinado a ser recebido. Assim, é possível que um usuário em uma estação móvel seja interposto em uma sessão de comunicações totalmente não relacionadas. Além disso, o sinal pode se desvanecer conforme a distância cresce entre a estação móvel e a estação base. A distância entre a extremidade de transmissão e a extremidade de recepção de um sinal, combinada com as construções e a topografia do terreno circundante, também podem fazer com que o sinal seja interrompido e, assim, se desvaneça. A grande variedade de sinais que eventualmente atinge o receptor também pode ter percorrido através de caminhos diferentes a partir do transmissor. Devido aos comprimentos do caminho serem diferentes, os sinais não irão chegar ao receptor ao mesmo tempo. Assim, o receptor pode processar duas versões diferentes da mesma informação, provocando o desvanecimento seletivo da frequência.

Muitos desses problemas podem ser atenuados pelo canal que codifica os sinais usados para se comunicar com a estação móvel. Os sistemas de codificação de canal presentes não diferenciam o sinal enviado de estações base diferentes para a mesma estação móvel conforme um handoff ocorre. Como discutido acima, os sistemas celulares CDMA convencionais utilizam múltiplos receptores para detectar os sinais de múltiplos caminhos e/ou os sinais de estações base diferentes. Esses sinais são versões atrasadas de tempo do mesmo sinal codificado e podem ser combinados por um receptor RAKE e por um combinador de diversidade. O combinador de diversidade convencional usa o combinador de razão máxima nos "mesmos" sinais recebidos de diferentes estações base, de diferentes setores ou em diferentes sinais de múltiplos caminhos. O receptor recebe, assim, o mesmo sinal exato de ambas as estações base durante uma operação de handoff. Devido ao fato de os sinais recebidos de ambas as estações base na região de handoff serem o mesmo sinal codificado, a quantidade de ganho é limitada apenas ao ganho de combinação de diversidade e ao ganho de codificação projetado.

Recentemente, novas técnicas de codificação permitiram que os designers de sistemas de comunicações atinjam maiores ganhos de codificação. Por exemplo, a técnica de codificação iterativa descrita na Patente U.S. 5.446.747 para um "Error-Correction Coding Method with at Least Two Systematic Conventional Codings in Parallel, Corresponding Iterative Decoding Method, Decoding Module and Decoder" emitido por Claude Berrou (a "patente de Berrou"), fornece ganhos de codificação substanciais, em comparação com o sistema CDMA convencional, cujo ganho de codificação sobre o link direto e um link de retorno são 1/2 e 1/3, respectivamente. A divulgação na patente de Berrou está incorporada neste documento para referência. Esse esquema de codificação, conforme descrito na patente de Berrou, é comumente conhecido como "codificação turbo". Em geral, a codificação turbo permite que um sinal único seja codificado de múltiplas maneiras para a transmissão simultânea. Assim, as múltiplas versões codificadas do sinal único podem ser recebidas e combinadas para obter maior ganho de codificação. Além disso, um receptor que recebe apenas uma das versões codificadas do sinal único ainda tem informações suficientes sobre o sinal para decodificá-lo adequadamente.

Até a data, não houve quaisquer sistemas de comunicações que aproveitaram a codificação turbo para melhorar o desempenho dos sistemas em uma região de handoff e durante a operação de handoff. A patente de Berrou sugere a codificação turbo apenas para um canal de Gaussian, não para um canal sujeito ao desvanecimento. Como resultado, Berrou transmite apenas o sinal de informação e dois sinais de bit de paridade.

#### Divulgação da Invenção

A presente invenção resolve os problemas descritos acima, combinando uma sequência de codificação constituinte, tal como a codificação turbo com uma operação de soft handoff, para que uma estação (móvel ou principal) possa receber dois fluxos de dados diferentemente codificados com base no mesmo sinal de informação através de duas estações base diferentes envolvidas no handoff. A invenção utiliza a decodificação iterativa juntamente com uma combinação da combinação de código e combinação de pacotes, nos sistemas de comunicação móvel celular e baseado em satélite. Isso permite que o receptor combine efetivamente os dois sinais de informação codificados durante o handoff, dando origem, assim, a taxas de código menores e desempenho aprimorado do sistema celular.

Assim, é um objetivo da invenção melhorar a qualidade das comunicações

sem fio durante uma operação de handoff.

Outro objetivo da invenção é aprimorar o desempenho de um sistema de comunicações ao longo dos limites de uma célula.

5 Mais especificamente, é um objetivo da presente invenção usar a codificação turbo ou codificação semelhante para aprimorar o desempenho de uma operação de soft handoff em um sistema de comunicações.

É um objetivo da presente invenção efetuar um handoff, fornecendo uma estação móvel com um primeiro sinal codificado usando uma sequência de informações não entrelaçadas a partir de uma estação base e um segundo sinal  
10 codificado usando uma sequência de informações entrelaçadas (que difere do primeiro sinal codificado) a partir de uma segunda estação base.

Também é um objetivo da invenção usar a codificação turbo para fornecer dois sinais diferentemente codificados que podem ser combinados por estações móveis mais claramente para atingir uma taxa de código mais alta e potente.

15 É um outro objetivo invenção permitir que qualquer tipo de sistema de comunicações utilize a codificação turbo para aprimorar o desempenho do sistema, proporcionando um ganho de codificação sem precedentes.

Para entender como a invenção atinge os objetivos relatados, pode ser útil considerar primeiro um aspecto da invenção. Neste aspecto, a invenção refere-se  
20 a um método para efetuar um handoff do serviço para uma estação móvel entre as estações base, em um sistema de comunicações celular. Exemplos de sistemas celulares apropriados incluem sistemas celulares terrestres e sistemas celulares do tipo satélite.

O método envolve a comunicação de informações entre a estação móvel e  
25 uma primeira de uma das estações base, usando um esquema de codificação/decodificação turbo em relação a uma primeira versão das informações. A intensidade dos sinais pilotos transmitidos a partir da primeira estação base e de outra estação base são medidas, para determinar a necessidade de handoff. Durante o handoff, a comunicação das informações entre a estação  
30 móvel e a primeira estação base continua, enquanto as comunicações são estabelecidas entre a estação móvel e a outra estação base. As comunicações entre a estação móvel e a segunda estação base também usam um esquema de codificação/decodificação turbo, mas a codificação turbo para essas comunicações é em relação a uma segunda versão da informação. Em modalidades preferidas,  
35 as duas versões da informação incluem as informações de entrada e uma versão entrelaçada das informações de entrada. O método também inclui o término das

comunicações entre a estação móvel e a primeira estação base quando a intensidade do sinal piloto da primeira estação base cair abaixo de um nível predeterminado para um período de tempo predeterminado.

5 Em uma implementação típica, as comunicações com a outra estação base continuam após o término das comunicações com a primeira estação base. As comunicações contínuas, no entanto, utilizam o esquema de codificação/decodificação turbo baseado na segunda versão da informação.

Outros aspectos da invenção se relacionam aos sistemas e/ou aos receptores para implementar as comunicações móveis inventivas.

10 Um desses aspectos da invenção refere-se a um sistema de comunicação móvel. O sistema inclui uma fonte de dados digitais, para comunicação ou de uma predeterminada de uma pluralidade de estações móveis. Em um exemplo de telefone celular, a fonte pode ser um vocodificador, tanto no aparelho telefônico, quanto em algum lugar na rede celular.

15 Um primeiro codificador constituinte, acoplado à fonte, codifica os dados digitais em uma primeira sequência de código. O sistema também inclui um entrelaçador, para entrelaçar os dados digitais. Um segundo codificador constituinte, acoplado ao entrelaçador, codifica os dados digitais entrelaçados em uma segunda sequência de código. O sistema também inclui dois perfuradores de código, acoplados aos codificadores constituintes. O primeiro perfurador de código substitui seletivamente os dados na primeira sequência de código com dados selecionados da segunda sequência de código para formar uma primeira sequência de código perfurada. O segundo perfurador de código substitui seletivamente os dados na segunda sequência de código com dados selecionados da primeira sequência de código para formar uma segunda sequência de código perfurada. Dois transmissores enviam informações em dois canais lógicos atribuídos à estação móvel predeterminada. O sistema inclui um controle acoplado ao primeiro e ao segundo transmissor. Durante uma operação de handoff, o controle faz com que o primeiro transmissor transmita o primeiro canal que carrega os dados digitais em conjunto com a primeira sequência de código perfurada. Durante a operação de handoff, o controle também faz com que o segundo transmissor transmita o segundo canal que carrega os dados digitais entrelaçados juntamente com a segunda sequência de código perfurada.

35 Os elementos do sistema podem ser elementos da rede, por exemplo, incluindo os transmissores em estações base. Alternativamente, os elementos podem ser parte da estação móvel. No último caso, por exemplo, a estação móvel

incluiria transmissores para a transmissão de sinais para duas estações base durante o handoff. As modalidades preferidas da invenção utilizam o esquema de codificação/decodificação turbo em ambos os canais diretos das estações base para a estação móvel e no canal reverso da estação móvel para as estações base.

5 Outro aspecto da invenção refere-se a um sistema receptor. O sistema receptor inclui pelo menos uma antena para receber os sinais dos transmissores. O circuito de processamento, acoplado à antena, recupera os dados dos dois canais lógicos durante o handoff. O sistema receptor inclui um decodificador inteligente, acoplado ao circuito de processamento. Este elemento decodifica os  
10 sinais do primeiro e segundo canais lógicos durante o handoff, para recuperar uma representação precisa dos dados digitais.

Em uma modalidade preferida, o receptor inclui dois demultiplexadores, um combinador de código e o decodificador inteligente. O primeiro demultiplexador processa o primeiro fluxo de dados recebido para recuperar os dados digitais  
15 correspondentes as informações de comunicação digital e uma primeira sequência codificada. O segundo demultiplexador processa o segundo fluxo de dados recebidos para recuperar os dados digitais correspondentes a uma versão entrelaçada das informações de comunicação digital e uma segunda sequência codificada. O combinador de código é acoplado ao primeiro e ao segundo  
20 demultiplexadores. O combinador de código processa as duas sequências codificadas para recuperar uma primeira sequência codificada constituinte correspondente às informações de comunicação digital e uma segunda sequência codificada constituinte correspondente à versão entrelaçada das informações de comunicação digital.

25 O decodificador inteligente é acoplado ao combinador de código. Nesta implementação, o decodificador processa os dados digitais recuperados correspondentes às informações de comunicação digital, a versão entrelaçada recuperada das informações de comunicação digital e a primeira e segunda sequências codificadas constituintes, para produzir uma representação precisa das  
30 informações de comunicação digital.

O decodificador inteligente é preferencialmente um decodificador turbo iterativo, embora a invenção abranja outros tipos de decodificadores iterativos. O decodificador turbo iterativo preferido inclui dois decodificadores MAP, um combinador de pacote, dois entrelaçadores e dois desentrelaçadores. O primeiro  
35 decodificador MAP é acoplado às saídas do combinador de código que corresponde aos dados digitais recuperados correspondentes às informações de

comunicação digital e a primeira sequência codificada constituinte. O primeiro entrelaçador entrelaça os dados recuperados correspondentes às informações de comunicação digital e fornece o resultado a uma entrada do combinador de pacote. O combinador de pacote combina esses dados com a versão entrelaçada recuperada das informações de comunicação digital e fornece o resultado a uma  
5 entrada do segundo decodificador. O segundo entrelaçador entrelaça a saída do primeiro decodificador MAP e fornece o resultado a uma segunda entrada do segundo decodificador MAP. O segundo decodificador MAP também é responsivo a uma saída do combinador de código correspondente à segunda sequência  
10 codificada constituinte. O primeiro desentrelaçador fornece uma retroalimentação das informações extrínsecas em relação à sequência de informações não entrelaçadas do segundo decodificador para o primeiro decodificador, e o segundo desentrelaçador desentrelaça uma saída do segundo decodificador para fornecer a saída do decodificador inteligente após a conclusão de um número  
15 predeterminado de iterações.

Enquanto esta especificação divulga o uso da codificação turbo, outros esquemas de codificação, como os códigos convolucionais convencionais e códigos de produto, também podem ser usados em conexão com a presente invenção. Esta nova técnica proporciona (1) desempenho de comunicação  
20 melhorado, como medido pelo BER (Taxa de Erro de Bit) e (2) probabilidade de encerramento da comunicação melhorada comparada àquela do sistema de handoff convencional. Portanto, a presente invenção aumenta a capacidade do sistema através da confiabilidade melhorada do handoff.

A presente invenção fornece, por exemplo, taxas de código de  $1/4$  e  $1/6$  (1 sobre o número de símbolos codificados por bit), respectivamente, durante o handoff, sem aumentar o requisito de largura de banda, e ainda fornece taxas de codificação do link direto e reverso respectivas de  $1/2$  e  $1/3$  durante a operação na célula normal (ou feixe de satélite único) servida por uma única estação base. Este aprimoramento da taxa de código é alcançado, transmitindo a sequência original  
25 com as verificações de paridade devidamente perfuradas por uma estação base e a sequência de dados entrelaçada com o outro padrão da sequência de verificação de paridade perfurada através da outra estação base. No receptor, a sequência entrelaçada e a sequência original entrelaçada são combinadas pelo combinador de pacote, e as sequências de verificação de paridade perfuradas são combinadas  
30 pelo combinador de código. As técnicas de combinação de código e de combinação do pacote fornecem ganho de codificação e atenuam os efeitos de desvanecimento

prejudiciais em sistemas celulares e de satélite.

Um sistema empregando uma técnica de codificação turbo para a transmissão de áudio digital por satélite é descrito no Pedido de Patente U.S. co-  
pendente com N°. de Série. 08/908.045 intitulado "Method and System for Turbo  
5 Coded Satellite Digital Audio Broadcasting", o qual é do mesmo inventor e é  
atribuído ao mesmo titular como a presente invenção. A divulgação do pedido  
anterior está incorporada neste documento para referência.

A combinação na presente invenção do processo de handoff com o processo  
de decodificação iterativo fornece uma transição contínua, inerentemente robusta,  
10 que é completamente transparente para os usuários. Isso fornece o "softest" e mais  
confiável handoff em um ambiente celular e de múltiplos feixes e/ou de múltiplos  
satélites em comparação com os métodos de handoff do estado da técnica.

A presente invenção permite que aos sistemas FDMA e TDMA um tipo de  
mecanismo de soft handoff, combinando a diversidade de código e a combinação  
15 do pacote com uma decodificação iterativa; desde que a entidade de recepção  
tenha a capacidade de se comunicar através de dois canais -- dois receptores de  
diversidade de frequência para o FDMA e o TDMA multicelular, ou dois intervalos  
de tempo em uma única célula de TDMA. Por exemplo, o sinal das duas estações  
base em um ambiente de FDMA ou TDMA é diferentemente codificado com  
20 perfuração apropriada e são diferentemente combinadas nos receptores para  
alcançar uma taxa de código maior.

Os objetivos adicionais, vantagens e novas características da invenção  
serão apresentadas em parte na descrição que se segue e, em parte, se tornarão  
evidentes para aqueles versados na técnica após a análise dos seguintes ou podem  
25 ser aprendidos pela prática da invenção. Os objetivos e as vantagens da invenção  
podem ser percebidas e obtidas por meio dos instrumentos e combinações  
particularmente indicados nas reivindicações anexas.

#### Breve Descrição dos Desenhos

As figuras em desenho retratam a presente invenção à título de exemplo,  
30 não à título de limitações. Nas figuras, os números de referência semelhantes se  
referem a elementos iguais ou similares.

A FIG. 1 é um diagrama de blocos de um receptor do combinador de  
diversidade de CDMA convencional em uma estação móvel;

a FIG. 2 é um diagrama de blocos de um combinador de diversidade de  
35 CDMA convencional em uma estação base, operando em um canal de tráfego  
reverso;

a FIG. 3 é uma representação gráfica de um combinador de diversidade tanto em uma estação móvel quanto em uma estação base;

a FIG. 4 é uma representação esquemática de duas estações base que se envolvem em um handoff de uma estação móvel;

5 a FIG. 5 é um diagrama de bloco do processamento de sinal de tráfego progressivo para a transmissão durante um período de handoff;

a FIG. 6 é um diagrama de bloco de um codificador turbo usado durante um período de handoff;

10 a FIG. 7 é um diagrama dos perfuradores e multiplexadores usados no codificador turbo da FIG. 6; a

a FIG. 8 é um diagrama de bloco de um receptor da estação móvel;

a FIG. 9 fornece um diagrama que ilustra um combinador de pacote/código e um decodificador iterativo usado no receptor da FIG. 8;

15 a FIG. 10 é um diagrama de bloco de um transmissor de sinal de tráfego reverso em uma estação móvel, mostrando o sinal o processamento do sinal durante um período de handoff;

a FIG. 11 é um diagrama de bloco dos receptores de tráfego reverso em duas estações base, e um centro de comutação principal, com ênfase na ilustração do processamento do sinal do canal reverso durante um período de handoff;

20 a FIG. 12 é uma representação de um sistema múltiplo de satélite com uma estação móvel, que pode incorporar a invenção; e

a FIG. 13 é uma representação de um sistema de satélite de múltiplos feixes, que pode incorporar os conceitos da invenção.

25 a FIG. 14 é uma ilustração do diagrama de bloco funcional de uma modalidade de um sistema de codificador turbo, por exemplo, para um link reverso com uma taxa de código 1/6.

30 a FIG. 15 mostra os perfuradores e multiplexadores da modalidade da FIG. 14 com os diversos fluxos de entrada e saída de bit, e deve ser útil na compreensão das operações dos perfuradores, bem como a taxa de código produzida nessa modalidade.

a FIG. 16 retrata um decodificador de sinal de tráfego reverso exemplar nas estações base e centro de comutação principal, durante o handoff, para o caso de uma taxa de código de 1/6.

#### Melhor Modo para Realizar a Invenção

35 A presente invenção melhora a confiabilidade da chamada durante a operação de handoff, quando comparada com aquela da técnica convencional de

soft handoff de combinação de diversidade. Este aprimoramento é fornecido, implementando a combinação de diversidade de código e a combinação de pacote em conjunto com um processo de decodificação iterativo durante as operações de handoff. As comunicações melhoradas podem ser usadas no link direto, no link

5 reverso, ou em ambos. Além disso, a presente invenção é aplicável tanto aos sistemas celulares terrestres quanto aos sistemas celulares baseados em satélite.

Um sistema que emprega uma técnica de codificação turbo para a transmissão de áudio digital por satélite é descrito no Pedido de Patente U.S. co-pendente com N.º. de Série. 08/908.045 intitulado "Method and System for Turbo

10 Coded Satellite Digital Audio Broadcasting", o qual é do mesmo inventor e é atribuído ao mesmo titular como a presente invenção. A divulgação do pedido anterior está incorporada neste documento para referência.

Conforme ilustrado na FIG. 4, se uma estação móvel 401 percorrer a área de cobertura 402 da estação base A para a área de cobertura 403 da estação base

15 B, um processo de handoff deve ocorrer para manter a integridade do sinal da chamada. O handoff normalmente ocorre quando a estação móvel 401 está na região de handoff 404.

O exemplo mostrado é uma rede celular terrestre com estações base separadas que servem células diferentes - ou áreas de cobertura. O termo 'estação base' aqui refere-se a qualquer estação com uma área de serviço relativamente fixa em relação à estação móvel, pelo menos durante a sessão de comunicação com a

20 estação móvel. As estações base podem ser colocadas juntas e formarem efetivamente uma estação que serve células separadas. As 'estações base' podem incluir transceptores em um ou mais satélites, e uma variedade de outros arranjos

25 são contemplados.

Conforme previsto pela presente invenção, ambas as estações base se comunicam com a estação móvel 401 durante o processo de handoff. Na modalidade preferida, ambas as estações base enviam sinais turbo codificados para a estação móvel para proporcionar o "softest" handoff ou o handoff contínuo e

30 transparente. Conforme discutido mais tarde, também é preferido que ambas as estações base A e B recebam os sinais turbo codificados da estação móvel 401 durante o handoff.

O esquema de codificação iterativo do sinal turbo codificado, conforme divulgado na patente de Berrou, fornece não apenas um ganho de codificação sem precedentes para uma dada taxa de código que está próxima do limite da

35 capacidade do canal teórico, mas também uma abordagem de sistema altamente

flexível, inerentemente construído em recursos, utilizando -- combinação de diversidade de código e entrelaçando. A nova invenção atual fornece maior confiabilidade de chamada durante o handoff do que aquela da operação de caminho único na célula normal usando apenas uma estação base com uma  
5 intensidade de sinal forte acima do nível do limite.

Esta invenção não está limitada ao processo de handoff móvel iniciado descrito anteriormente. Ela pode ser usada para o processo de handoff iniciado da estação base sem seus defeitos descritos anteriormente, uma vez que o desempenho desta invenção é mais robusto contra a flutuação do sinal que provoca  
10 handoffs instáveis e frequentes. Esta invenção também não está limitada à comunicação de voz. As comunicações sem fio podem transportar quaisquer dados digitais, incluindo voz, imagem, vídeo, arquivo de texto ou informações de multimídia.

Conforme observado, os conceitos da invenção podem se aplicar às  
15 comunicações de canal direto e de canal reverso. Considere primeiro uma aplicação para a comunicação de canal direto especificamente, durante um handoff. O esquema ilustrativo do processamento dos sinais de tráfego progressivo das estações base A e B durante um handoff aparece na FIG. 5.

Neste exemplo, o centro de comutação principal (MSC) 504 primeiro  
20 digitaliza e devidamente codifica o sinal de tráfego progressivo, por exemplo, através do uso de um vocodificador 501. Os dados digitais aqui são aqueles que se pretendem transmitir a uma estação móvel predeterminada do usuário ou receptor. O vocodificador 501 fornece os dados digitais para essa estação para um codificador turbo 502. Se o tráfego for alguma informação diferente de voz, a  
25 informação digital pode vir de algum outro tipo de fonte dentro ou conectada ao centro de comutação principal 504.

O sinal de tráfego progressivo é turbo codificado em 502, para combater o ruído do canal e o desvanecimento. As saídas do codificador turbo 502 em MSC 504 são separadamente trocadas para as estações base apropriadas A (505A) e B  
30 (506B). Conforme discutido em mais detalhes mais tarde, o fluxo de dados enviado a uma dessas estações base compreende o fluxo de dados digitais para o receptor móvel particular e uma primeira sequência de código perfurado. O fluxo de dados enviado à outra estação base compreende uma versão entrelaçada dos mesmos dados destinados a estação móvel particular e uma segunda sequência de código  
35 perfurado.

Nas estações base 505 A e B, os fluxos de dados são modulados pelas

sequências Walsh adequadas Wx 506 e WD 507 da forma conhecida para os sistemas CDMA convencionais, e esquemas de inserção de bits de controle de potência e sincronização, paginação e outros canais de tráfegos são omitidos na FIG. 5 para simplificar a apresentação da invenção atual. Os sinais pilotos de Walsh modulados 503A, 503B são, então, adicionados com os sinais de Walsh turbo codificados modulados 506A, 506B respectivos. O sinal resultante 508A, 508B são modulados, em seguida, transmitidos a partir das respectivas estações base.

A técnica de codificação turbo da modalidade preferida produz pelo menos quatro fluxos de bits para a transmissão. O primeiro fluxo é o fluxo de dados digitais ou informação de tráfego destinada à estação móvel particular. Como parte do processo de codificação, o codificador também gera uma representação entrelaçada do fluxo de dados digitais ou informações de tráfego destinadas à estação móvel particular. Os outros dois fluxos são sequências de código perfurado. Cada sequência de código perfurado compreende porções selecionadas de duas sequências de paridade codificadas constituintes. Uma sequência de paridade codificada constituinte é formada pelo processamento dos dados digitais ou das informações de tráfego destinadas à estação móvel particular. A outra sequência codificada constituinte é formada pelo processamento da representação entrelaçada do fluxo de dados digitais ou das informações de tráfego destinadas à estação móvel particular.

De acordo com a invenção, uma estação base 505A conduz ou transmite o sinal 508A contendo os dados digitais ou informações de tráfego destinadas à estação móvel particular e a primeira sequência de código perfurado. Em um cenário típico, uma estação móvel pode receber este sinal 508A, enquanto em uma primeira área que compreende a área de cobertura celular ou setor servido pelo transmissor da estação base 505A. Durante um handoff, a outra estação base envolvida no handoff conduz ou transmite o sinal 508B contendo a versão entrelaçada dos dados digitais ou informações de tráfego destinadas à estação móvel particular e a segunda sequência de código perfurado. Como tal, a transmissão da segunda estação não é a mesma daquela da primeira estação.

Durante o handoff, a estação móvel recebe as transmissões de ambas as estações base, incluindo todos os quatro fluxos de bits. Assim, para um bit de informação digital original produzido pelo vocodificador da fonte 501 no centro de comutação principal 504, a estação móvel 401 recebe até quatro bits de informação turbo codificada das duas estações base 505A, 505B por uma taxa de código de '1/4'.

Em um cenário típico, a estação móvel completa o handoff da estação A à estação B. O sistema termina as transmissões da estação A, mas continua as transmissões da estação B. Como tal, o receptor na estação móvel continua a receber o sinal 508B por quanto tempo ele permanecer na segunda área que  
5 compreende a área de cobertura celular ou setor atendido pelo transmissor da estação base 505B. O estado de operação, se uma estação móvel estiver operando o sinal através da estação base A, através da estação base B ou ambas, é controlado pelo centro de comutação principal e é transmitido para a estação móvel.

Se a sessão com a estação móvel continuar, a estação móvel pode passar  
10 de volta através da mesma região de handoff na célula para a estação base A ou passar através de outra região de handoff em uma célula para uma terceira estação base. Este segundo handoff irá operar tanto quanto o primeiro, exceto que a nova estação enviará o sinal dos dados não entrelaçados e o equivalente da primeira sequência de código perfurado.

Em alguns casos, a estação móvel pode, na verdade, receber transmissões  
15 de três ou mais estações base durante um handoff. Em qualquer situação dessas, uma, duas ou mais estações base podem transmitir os dados não entrelaçados e o fluxo perfurado associado; e uma, duas ou mais estações base podem transmitir os dados entrelaçados e o fluxo perfurado associado. O receptor trata essas  
20 transmissões duplicativas da mesma forma que ele trataria as versões de múltiplos caminhos das transmissões de uma estação base. Os circuitos de front-end no receptor combinam todas as cópias dos dados não entrelaçados e o fluxo perfurado associado em um conjunto desses sinais para a decodificação; e o circuito de front-end no receptor combina todas as cópias dos dados entrelaçados e o fluxo  
25 perfurado associado em um conjunto desses sinais para a decodificação.

A unidade de processamento central do centro de comutação principal 504 rastreia quais fluxos de bit vão para cada uma das estações base. A unidade de processamento central, por sua vez, controla a funcionalidade de comutação do centro para fornecer os fluxos corretos às respectivas estações base. O controle no  
30 receptor também controla as operações baseadas na notação dos fluxos particulares comunicados a ou a partir das respectivas estações base.

Durante a operação na célula normal, na qual uma única estação base é o único servidor para uma estação móvel, a configuração do transmissor e do receptor é a mesma para um período de handoff. Ao receber de uma estação como  
35 a A, o receptor na estação móvel desta invenção estima automaticamente os elementos que faltam na sequência entrelaçada e as sequências de paridade

perfuradas para a decodificação iterativa da sequência sistemática não entrelaçada e insere valores neutros: "zeros". De forma semelhante, ao receber de uma estação, como a B, o receptor automaticamente estima os elementos que faltam e a sequência entrelaçada e as sequências de paridade perfuradas da sequência sistemática entrelaçada e insere valores neutros: "zeros".

A FIG. 6 retrata os elementos funcionais do codificador turbo 502 anteriormente discutidos. O codificador turbo 502 inclui um entrelaçador 601 entre dois codificadores convolucionais recursivos constituintes 602A, 602B para permutar a sequência de informações de voz digital de entrada de uma forma aleatória. Os dois codificadores poderiam implementar uma variedade de algoritmos de codificação.

O tamanho do entrelaçador 601 e o algoritmo de permutação são parâmetros importantes no desempenho da codificação turbo. Normalmente, conforme o tamanho do entrelaçador aumenta, o desempenho do sistema é aprimorado da mesma forma. No entanto, o tamanho do entrelaçador é limitado por restrições do sistema, tais como latência de voz permissível e a taxa de erro de quadro. Por exemplo, a comunicação de voz não pode tolerar a alta latência; assim, ela pode ter um tamanho de entrelaçador de até aproximadamente de 400 bits. Outras comunicações de dados, tais como transferência de imagem, vídeo, arquivo, não têm tais limitações no tamanho do entrelaçador. As aplicações típicas do sistema celular transportam uma variedade de dados digitais, mas elas também devem acomodar a comunicação digital do tráfego de voz do tipo telefônico.

A permutação pelo entrelaçador 601 quebra a correlação cruzada entre as duas sequências codificadas. O método de permutação pode ser um entrelaçador puramente aleatório cujo mapa de permutação é gerado aleatoriamente ou pode ser o algoritmo sistemático proposto na patente de Berrou. A pequena permutação do entrelaçador deve ser otimizada, usando o algoritmo de design do entrelaçador proposto por P. Roberson (Ref.; Interleaver Design Method). A presente invenção não está limitada a qualquer algoritmo de permutação ou tamanho de entrelaçador.

A operação de codificadores constituintes exemplares 602A, 602B na FIG. 6 pode ser descrita pela representação polinomial:

$$(1, g_2 / g_1 = (1, 1 + D + D^3 + D^4 / 1 + D^3 + D^4) (1))$$

A representação octal convencional para o código ilustrado é  $(g_1, g_2) = (27, 33)$ . Aqui, o  $g_1$  representa a conexão de retroalimentação e  $g_2$  representa a conexão de pró-alimentação. Os codificadores constituintes 602A e 602B são ilustrados idênticos, com cada um tendo quatro elementos de memória e a mesma

representação polinomial. No entanto, a presente invenção não está limitada por este polinômio particular nem pelo número de elementos de memória, que é menor que o comprimento de restrição.

As saídas da sequência de paridade  $Y_1$ ,  $Y_2$  dos dois codificadores 602A, 602B são a entrada para os perfuradores de paridade 603A, 603B para gerar duas sequências perfuradas diferentes descritas mais detalhadamente em relação à FIG. 7. Os perfuradores 603A, 603B emitem as sequências perfuradas para o multiplexador 604 e para o multiplexador 605, respectivamente. As saídas da sequência de paridade perfurada são multiplexadas com os fluxos de dados  $X_1$  e  $X_2$ , que representam as sequências de fonte inalteradas  $d_k$  e as sequências entrelaçadas  $d_{ki}$ .

Suponha, para a discussão, que a estação móvel está envolvida em uma chamada do tipo telefone de voz. Em uma operação de handoff, as sequências de dados de voz originais representadas como  $d_k$  na FIG. 6 são fornecidas para o codificador 602A, que emite uma cópia inalterada dos dados de voz sistemáticos  $X_1$  para uma entrada do multiplexador 604 para a transmissão final ao caminho do sinal para a estação base A. Os dados de voz  $d_k$  também são fornecidos para o primeiro codificador convolucional recursivo constituinte 602A, que fornece a saída de paridade  $Y_1$  a uma entrada do primeiro perfurador 603A e a uma entrada do segundo perfurador 603B. As sequências de dados de voz  $d_k$  são também fornecidas para o entrelaçador 601. O entrelaçador 601 permuta a sequência recebida de  $d_k$  e gera  $d_{ki}$ , através do método de permutação descrito acima. O segundo codificador convolucional recursivo constituinte 602B recebe um sinal de dados de voz intrelaçado  $d_{ki}$ . O sinal entrelaçado inalterado  $d_{ki}$  é fornecido na forma sistemática como a sequência  $X_2$  para uma entrada do multiplexador 605 para a transmissão final ao caminho do sinal para a estação base B. Uma cópia do  $d_{ki}$  é fornecida para o segundo codificador constituinte 602B que codifica cada bit entrelaçado de dados de áudio e gera uma sequência de paridade  $Y_2$ , que é fornecida a ambos os perfuradores 603A, 603B.

Conforme mostrado na FIG. 7, o primeiro perfurador 603A perfura as saídas de paridade  $Y_1$  e  $Y_2$ , geradas pela sequência de dados de voz  $d_k$  e  $d_{ki}$  (conforme na FIG. 6), de acordo com o padrão de perfuração  $[0,1/1,0]$  em uma sequência alternante de saída de bit de  $Y_1$  e  $Y_2$ . O segundo perfurador 603B perfura as saídas de paridade  $Y_2$  e  $Y_1$  geradas pela sequência de dados de voz não entrelaçados  $d_k$  e sequência de dados de voz entrelaçados  $d_{ki}$ , de acordo com o padrão de perfuração  $[1,0/0,1]$  em uma sequência alternante de saída de bit de  $Y_1$  e  $Y_2$ . O

centro de comutação principal fornece dois fluxos para cada estação base. No nosso exemplo, durante o handoff, o centro de comutação principal fornece o fluxo de dados  $X_1$  para a informação digital original e a primeira sequência de código perfurado do perfurador 603A na forma multiplexada para a estação base A. O

5 centro de comutação principal fornece a versão entrelaçada  $X_2$  da informação digital e a segunda sequência de código perfurado do perfurador 603B na forma multiplexada para estação base B.

Desta forma, de acordo com uma modalidade atualmente preferida da invenção, as transmissões progressivas podem fornecer uma taxa de código perfurado de 1/2 para cada caminho de sinal para uma das estações base A e B

10 durante o handoff (ou durante uma operação na célula). Ao transmitir a sequência sistemática não entrelaçada  $X_1$  e a sequência sistemática entrelaçada  $X_2$  em conjunto com a combinação de diversidade de código de uso e a combinação de pacote no receptor na estação móvel, o sistema fornece uma taxa de código global

15 de 1/4 durante o handoff, para proporcionar um desempenho melhorado sobre os métodos de handoff conhecidos. O canal direto do sistema CDMA convencional é limitado a uma taxa de código de 1/2.

O sinal dos dados de voz turbo codificados a ser transmitido é composto de sequências de dados  $X_1$ ,  $Y_1$ ,  $X_2$  e  $Y_2$ . Os dados de voz inalterados completos e

20 porção das informações do  $d_k$ , representado como  $X_1$ , tem a seguinte sequência:

$$X_1 \Rightarrow x_1(0), x_1(1), x_1(2), x_1(3)\dots, x_1(n), \dots, x_1(N); (2)$$

onde  $n$  - índice de sincronização de bit; e

$N$  = tamanho do quadro.

O tamanho do quadro  $N$  é determinado, somando o tamanho do entrelaçador

25 e a sequência de bit de cauda para terminar a treliça que é o estado de zero. Neste exemplo, uma sequência de 4 bits de cauda é necessária devido à memória de quatro bits, conforme mostrado na FIG. 6.

De forma semelhante, a segunda sequência de dados de voz não codificada entrelaçada  $d_2$  é representada como  $X_2$  e tem a seguinte sequência:

30  $X_2 \Rightarrow x_2(0), x_2(1), x_2(2), x_2(3)\dots, x_2(n), \dots, x_2(N); (3)$

onde  $n$  = índice de sincronização de bit; e

$N$  = tamanho do quadro.

O primeiro codificador constituinte 602A gera (1) a saída da sequência sistemática  $X_1$ ; e (2) a saída da sequência de paridade  $Y_1$ , usando a sequência  $d_k$

35 não entrelaçada. O segundo codificador constituinte 602B gera (1) a sequência sistemática entrelaçada  $X_2$ ; e (2) a saída da sequência de paridade  $Y_2$ , usando a

sequência entrelaçada  $d_{ki}$ . A saída da sequência de paridade  $Y_1$  tem a seguinte sequência:

$$Y_1 \Rightarrow y_1(0), y_1(1), y_1(2), y_1(3), \dots, y_1(n), \dots, y_1(N); \quad (4)$$

onde  $n$  - índice de sincronização de bit; e

5  $N$  = tamanho do quadro.

A saída da sequência de paridade  $Y_2$  tem a seguinte sequência:

$$Y_2 \Rightarrow y_2(0), y_2(1), y_2(2), y_2(3), \dots, y_2(n), \dots, y_2(N); \quad (5)$$

onde  $n$  - índice de sincronização de bit; e

$N$  = tamanho do quadro.

10 Conforme o padrão perfurado é aplicado às sequências de  $Y_1$  e  $Y_2$  pelos perfuradores, a saída do primeiro perfurador 603A tem a seguinte sequência;

$$y_2(0), y_2(1), y_2(2), y_1(3), \dots; \quad (6)$$

como um resultado do padrão de perfuração  $[0, 1/1, 0]$ .

A saída do segundo perfurador tem a seguinte sequência:

15  $y_1(0), y_2(1), y_1(2), y_2(3), \dots; \quad (7)$

como um resultado do padrão de perfuração  $[1, 0/0, 1]$ .

As saídas perfuradas resultantes são multiplexadas com a sequência  $X_1$  e  $X_2$  no multiplexador 604, 605, respectivamente. As saídas dos dois codificadores produzem a taxa de código de 1/4 global, e são perfuradas e multiplexadas em dois

20 caminhos de sinal separados A e B -- cada um com a taxa de código individual de 1/2. Nesse sentido, a sequência de saída do multiplexador 604 é representada como:

$$x_1(0), y_2(0), x_1(1), y_1(1), x_1(2), y_2(2), \dots \quad (8);$$

A sequência de saída do multiplexador 605 é representada como:

25  $x_2(0), y_1(0), x_2(1), y_2(1), x_2(2), y_1(2), \dots \quad (9)$

Durante o handoff, a saída do multiplexador 604 é transmitida para a estação base A e a saída do multiplexador 605 é transmitida para a estação base B simultaneamente. O espalhamento e a combinação dos processos são executados em cada um dos canais de tráfego progressivo associados às estações base

30 envolvidas em um handoff, por exemplo, de uma maneira descrita na Patente U.S. Nº. 5.103.459, intitulada "System and Method for Generating Signal Waveforms in a CDMA Cellular Telephone System".

Posteriormente, no receptor da estação móvel, se o sinal da estação base A e o sinal da estação base B estiverem disponíveis, como deveriam estar durante o

35 handoff, a combinação de diversidade de código e a combinação de diversidade do pacote da presente invenção atingem uma taxa de código global de 1/4 com base

em um bit de dados, um bit entrelaçado e dois bits de paridade por um bit sistemático de entrada  $d_k$ .

Este processo de codificação aprimora grandemente o desempenho dos sistemas celulares CDMA convencionais. Tais sistemas são comprometidos porque o mesmo sinal está presente no receptor da estação móvel cada estação base, desperdiçando potência e largura de banda valiosas sem ganho de codificação melhorada. O receptor da estação móvel de CDMA convencional recebe o mesmo sinal de ambas as estações base e o desempenho geral é limitado a uma taxa de código de 1/2. Na presente invenção, o sinal de cada estação base terá todas as informações necessárias para estimar os dados de voz que faltam de qualquer outra estação base, em comunicação com a estação móvel e para executar com êxito o algoritmo iterativo. Além do desempenho melhorado da taxa de código de 1/4, outras vantagens incluem a redução ou a atenuação do desvanecimento, sombreamento e/ou outra perda do sinal transmitido. A taxa de erro de bits real (BER) da presente invenção, durante um handoff com uma taxa de código de 1/4, resulta em melhor desempenho do que a operação na célula normal servida por uma estação base com uma taxa de código de 1/2. Esta vantagem de desempenho e a transparência do usuário durante o período de handoff proporcionam "o softest handoff".

As FIGS. 8 e 9 retratam um receptor da estação móvel exemplar da presente invenção.

A estação móvel inclui uma antena 801, que está conectada a um diplexador 802 para permitir a transmissão simultânea e a recepção através da antena única. Para a conveniência desta discussão, a FIG. 8 mostra apenas os elementos do processamento do sinal recebido. O diplexador 802 fornece os sinais recebidos para o receptor analógico 803. Em operação na célula normal, a antena recolhe os sinais de uma estação base de serviço singular. O receptor analógico 803 recebe os sinais de RF do Diplexador, amplifica e converte os sinais em uma frequência de IF, para a aplicação em um receptor digital 804A, 804B e em um receptor de pesquisa 805. Durante o handoff, a antena recolhe os sinais transmitidos de estação base A e da estação base B.

A antena 801, o diplexador 802 e o receptor analógico 803 são os elementos padrões do circuito celular de CDMA descrito, por exemplo, na Patente U.S. Nº. 5.109.390 intitulada "Diversity Receiver in a CDMA Cellular Telephone System" e incorporada neste documento para referência. O projeto padrão da estação móvel inclui um amplificador de sinal de transmissão, uma unidade de controle de potência

de transmissão e um modulador de transmissão. No entanto, essas unidades são omitidas das FIGS. 8 e 9 para facilidade de ilustração.

O sinal de IF passa através de um filtro passa-faixa com uma largura de banda adequada para coincidir com a forma de onda transmitida. A saída do filtro combinado é, então, digitalizada por um conversor A/D (não mostrado) para converter sinais de IF em um sinal digital. O sinal digitalizado é fornecido a cada um dos três receptores, um dos quais é um receptor do pesquisador 805, com os outros sendo os receptores de dados 804A, 804B. O receptor do pesquisador 805 examina continuamente os sinais pilotos da estação base que serve atualmente a estação móvel, bem como os sinais pilotos de outras estações base nas proximidades, para o processamento do handoff. Ele mede a razão entre uma energia-por-chip do sinal piloto recebido e a densidade espectral de interferência recebida total, incluindo o ruído como uma medida da intensidade do sinal piloto.

A intensidade do sinal piloto medida é usado pelo processador de controle 816 para selecionar e para processar os sinais de duas estações base diferentes A e B durante o período do handoff. O receptor 804A processa os sinais da estação base A incluindo um sinal de múltiplos caminhos da estação base A. O receptor 804B processa os sinais da estação base B, incluindo um sinal de múltiplos caminhos da estação base B.

Os receptores 804A, 804B da presente invenção processam dois fluxos de sinal codificado diferentes de duas estações base diferentes, em vez de processar os mesmos sinais de ambas as estações base, como em um receptor de CDMA convencional. As saídas dos receptores 804A e 804B são RxA e RxB, respectivamente. Essas sequências de saída digitais são fornecidas para o combinador de pacote/código e para o decodificador iterativo 806. O combinador de pacote/código e o decodificador iterativo 806 facilitam o método de handoff melhorado.

As saídas de RxA e RxB são fluxos de sinal totalmente desmodulados da estação base A e B. Por exemplo, a entrada RxA no combinador de pacote/código e no decodificador iterativo 806 compreende a sequência de

$x_1(0), y_2(0), x_1(1), y_1(1), x_1(2), y_2(2), x_1(3), y_1(3), \dots$  (10) e a entrada RxB no combinador de pacote/código e no decodificador iterativo é alimentada na sequência de

$x_2(0), y_1(0), x_2(1), y_2(1), x_2(2), y_1(2), x_2(3), y_2(3), \dots$  (11)

Essas são as sequências idênticas assim como as saídas dos multiplexadores 604, 605, mas corrompidas pelo ruído e pelo desvanecimento.

Finalmente, esses sinais (10) e (11) são processados para formar uma sequência de sinal de voz muito confiável 807 que é fornecida a um vocodificador 808 através do circuito do processador de banda base do usuário 809.

Conforme ilustrado na FIG. 9, o combinador de pacote/código e o decodificador iterativo 806 executam vantajosamente a demultiplexação para separar a sequência de dados de voz sistemática dos sinais multiplexados e das sequências de verificação de paridade dos de-perfuradores. Através destes processos de de-perfuração e redistribuição, a combinação do código é alcançada. O combinador de pacote/código e o decodificador iterativo 806 inclui um estágio de demultiplexação tendo dois demultiplexadores 901A, 901B que fazem a demultiplexação de cada um dos sinais RxA e RxB, respectivamente. Conforme observado, esses sinais de entrada para os demultiplexadores 901A, 901B são estimativas das sequências do sinal de dados de voz codificados corrompidas com o ruído do canal e outros fatores externos, como o desvanecimento.

Cada um dos demultiplexadores 901A e 901B separa os dados RxA e RxB em sequências de informações de dados recuperados sistemáticos 902XA e 902XB e sequências de dados de verificação de paridade perfurados recuperados 902YA e 902YB. O combinador de código 904 de-perfura as sequências e alcança a combinação de diversidade de código, de modo a emitir formas sistemáticas da sequência do sinal das informações recuperadas não entrelaçadas  $X_1$  e uma primeira sequência de paridade de-perfurada recuperada  $Y_1$  para um primeiro decodificador MAP 905. Este primeiro decodificador MAP 905 é simétrico ao primeiro codificador convolucional sistemático recursivo 602A do codificador turbo. O combinador de diversidade 904 também emite a forma sistemática da sequência do sinal das informações entrelaçadas recuperadas  $X_2$  e da segunda sequência de paridade de-perfurada recuperada correspondente  $Y_2$ . A sequência do sinal das informações entrelaçadas recuperadas  $X_2$  é emitida para o combinador de pacote de razão máxima 909, e a segunda sequência de paridade de-perfurada  $Y_2$  é emitida para um segundo decodificador MAP 906. A operação do segundo decodificador 906 é da mesma forma simétrica a um segundo codificador convolucional sistemático recursivo 602B. Por exemplo, os sinais de entrada para o combinador de sequência de paridade 904 dos dois demultiplexadores podem ser da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 902XA &= x_1(0), x_1(1), x_1(2), x_1(3), \dots ; \\
 902YA &= y_2(0), y_1(1), y_2(2), y_1(3), \dots ; \\
 902XB &= x_2(0), x_2(1), x_2(2), x_2(3), \dots ; e
 \end{aligned}$$

$$902YB = y_1(0), y_2(1), y_1(2), y_2(3), \dots (12)$$

O combinador de sequência de paridade 904 redistribui as sequências de paridade não entrelaçadas e entrelaçadas 902YA e 902YB. Assim, as saídas do combinador de sequência de paridade 904 são conforme se segue:

$$\begin{aligned} & x_1(0), x_1(1), x_1(2), x_1(3), \dots; \\ & y_1(0), y_1(1), y_1(2), y_1(3), \dots; \\ & x_2(0), x_2(1), x_2(2), x_2(3), \dots; \text{ e} \\ & y_2(0), y_2(1), y_2(2), y_2(3), \dots (13) \end{aligned}$$

O primeiro decodificador MAP 905 recebe ainda um ciclo de retroalimentação do segundo decodificador MAP 906, conforme definido neste documento. Esse uso da sequência de dados anteriormente estimada melhora a confiabilidade das iterações sucessivas. Esta informação de confiabilidade e ciclo de retroalimentação foram retratados como "informações extrínsecas" na literatura de código turbo e são bem compreendidos.

Os decodificadores MAP 905, 906 são conhecidos na técnica como decodificadores constituintes potentes de Probabilidade Máxima a Posteriori (MAP). Na primeira iteração, o decodificador MAP aceita a entrada das sequências conduzidas por ruído  $X_1$  e  $Y_1$ , como fornecido pelo combinador de sequência de paridade 904 e o sinal de retroalimentação é definido em um valor neutro (definido como "zero"). A saída do primeiro decodificador MAP 905 é indicativa de informações extrínsecas do sinal de informações digitais originais  $d_k$ , que é a confiabilidade da sequência de dados decodificados e é representada como  $\Lambda_1^{(x1)}$ . O sinal das informações extrínsecas é fornecido a um entrelaçador 907 para entrelaçar as informações com o mesmo algoritmo de permutação, como o entrelaçador do codificador 601.

O sinal de saída  $\Lambda_1^{(x2)}$  do entrelaçador é alimentado ao segundo decodificador MAP 906 como a informação a priori sobre a sequência de dados  $X_2$ . A saída  $X_1$  do combinador de sequência de paridade 904 é fornecida ao entrelaçador 908 para entrelaçar essa informação com o mesmo algoritmo de permutação, como o entrelaçador do codificador 601. A saída do entrelaçador 908 é combinada com  $X_2$  no combinador de pacote de razão máxima 909 para obter a combinação de diversidade de pacote dos sinais codificados da estação base A e da estação base B, usando um algoritmo convencional de combinação de razão máxima. A combinação de razão máxima é realizada, adicionando-se dois fluxos de sinal ponderados, cujos fatores de ponderação são proporcionais às intensidades do sinal medidas.

A saída do combinador de razão máxima é expressa por:

$$X_2 \text{ (combinado)} = a_1 X_1 \text{ (entrelaçado)} + a_2 X_2 \text{ (14)}$$

em que  $a_1$  e  $a_2$  são as intensidades do sinal relativo medidas para  $X_1$ ,  $X_2$ , respectivamente. O combinador de pacote de razão máxima 909 fornece uma  
5 melhoria significativa sobre o estado da técnica e opera para combinar as informações de dados digitais da estação base A e as informações de dados de voz entrelaçadas da estação base B. A saída do sinal do combinador de pacote de razão máxima 909 é fornecido como uma entrada do segundo decodificador MAP 906.

10 As informações extrínsecas entrelaçadas da primeira saída do decodificador MAP 905 são fornecidas ao segundo decodificador MAP 906 como informações a priori. A saída  $Y_2$  do combinador de sequência de paridade 904 é fornecida ao segundo decodificador MAP 906.

O segundo decodificador MAP 906 opera sobre as informações extrínsecas,  
15 a saber, sequências entrelaçadas combinadas  $X_2$  (combinado) e  $Y_2$ . O segundo decodificador MAP 906 também emite os dados de confiabilidade sobre  $d_{ki}$  como um sinal de retroalimentação extrínseco  $\Lambda_2^{(x_2)}$ . Este sinal é fornecido a um desentrelaçador 910 (do ciclo de retroalimentação) que opera para desfazer o entrelaçamento da sequência de dados de voz estimadas de  $d_k$ . O segundo  
20 desentrelaçador 911 fornece o sinal de saída de estimativa  $d_k$  final a um limitador rígido 912 após o número predeterminado de iterações entre o primeiro decodificador MAP 905 e o segundo decodificador MAP 906.

O número de iterações realizado depende dos critérios de desempenho do sistema, tais como taxa de erro de bit final, tolerância de latência e potência de  
25 processamento permissível. Devido à limitação estreita da comunicação de voz em latência, o número de iterações é delimitada por dois e meio (2%) para a apresentação exemplar. No entanto, dados como vídeo, imagens e comunicações de multimídias, que não sofrem pela latência, podem ter um número de iterações maior, conforme necessário. O tomador de decisão rígido (limitador) 912 opera de  
30 forma conhecida no sinal fornecido para formar o  $d_k$  após um número predeterminado de iterações, a fim de emitir um dos dois estados binários para cada bit. Por exemplo, tudo acima de zero é atribuído +1, tudo abaixo de zero é atribuído -1.

Para as informações de fonte do tipo de telefone de voz, o sinal de  $d_k$  é  
35 fornecido ao processo de banda base do usuário 913 e ao vocodificador, para decodificar o sinal de dados de voz e para fornecê-lo a um alto-falante para ser

ouvido por um usuário. Para outros tipos de tráfego ou de informações, a saída do fluxo de bit do limitador pode ir para o equipamento de processamento de dados digital apropriado, por exemplo, para exibição de dados, processamento de vídeo, etc.

5 Uma forma mais simples dos decodificadores MAP 905, 906 também pode ser usada com a presente invenção, tal como um decodificador SOVA (algoritmo de Viterbi de saída suave), como sugerido por Hagenauer ou uma forma mais simples dos decodificadores de saída suave e entrada suave.

10 No primeiro exemplo discutido até agora, a rede celular utilizou a codificação/decodificação inventiva para o handoff para a comunicação no canal direto. A invenção também pode ser aplicada ao sinal de tráfego reverso a partir de uma estação móvel para as estações base A e B. As FIGS. 10 e 11 retratam os elementos de processamento do canal reverso da estação móvel e da estação base, particularmente como usados durante uma operação de handoff.

15 Conforme mostrado na FIG. 10, a estação móvel contém um vocodificador 1001 e um codificador turbo 1002. O vocodificador 1001 fornece o codificador turbo 1002 (FIG. 14) com sinais de voz. O vocodificador 1001 fornece o codificador turbo 1002 com o sinal de voz inalterado  $d_k$ , como mostrado nas FIGS. 10 e 14. Na direção do tráfego reverso, é possível alcançar uma taxa de código de 1/6, usando  
20 um segundo conjunto de derivações em cada codificador para criar duas sequências de dados de paridade codificados adicionais (por exemplo,  $Y_2$ ,  $Y_4$ ), conforme discutido mais tarde. Após o sinal ser codificado, o sinal é primeiro modulado pelos moduladores ortogonais 1003A, 1003B e então marcados com o código longo apropriado em 1004A, 1004B para as respectivas estações base que  
25 servem a chamada durante o handoff. Esta modulação e o mascaramento do código são convencionais e conhecidos na técnica.

Os receptores nas estações base A e B, envolvidos em um processo de handoff, são ilustrados na FIG. 11. Cada uma das estações base tem pelo menos duas antenas 1103A1, 1103A2, 1103B1 e 1103B2. Cada antena se conecta a um  
30 receptor 1104A1, 1104A2, 1104B1 e 1104B2. Cada antena fornece seu sinal recebido a seu respectivo receptor. Apenas detalhes para um dos receptores 1104A1 são mostrados. O outro receptor 1104A2, 1104B1 e 1104B2 são semelhantes.

Assim como os receptores nas estações móveis mostrados na FIG. 8, os  
35 receptores na estação base contêm um receptor analógico 1105, vários receptores de dados digitais, 1106, 1107 e um receptor de pesquisador 1108. Esses executam

funções semelhantes aos componentes análogos na recuperação da FIG. 8. Devido à diversidade de caminho gerada pelas duas antenas, por exemplo, 1103A1, 1103A2, os sinais recebidos pelos receptores separados em uma única estação base devem ser combinados por um combinador de diversidade 1109 antes da  
5 decodificação. O sinal combinado é finalmente fornecido ao combinador de pacote/código e decodificador iterativo 1121 no centro de comutação principal 1120. O combinador de pacote/código e o decodificador iterativo 1121 operam de uma forma ilustrada na FIG. 16. Uma vez que o sinal é decodificado, ele é alimentado através da rede do comutador (não mostrada) para um processador de  
10 banda base do usuário 1123 e a um vocodificador 1124 para transmitir o sinal como informações de áudio para um alto-falante 1125 por ser ouvido por um usuário final.

Para facilitar a compreensão, as discussões acima se concentraram em sistemas de comunicação celular terrestres. Adicionalmente, a invenção pode ser utilizada no sistema de múltiplos satélites, que deve ter a capacidade de handoff  
15 para manter tanto uma comunicação de voz quanto uma sessão de comunicação de dados. Em tal modalidade, por exemplo, conforme mostrado na FIG. 12, o handoff ocorre quando uma unidade móvel 1205 entra em uma área 1206, onde as pegadas de dois satélites se sobrepõem. Uma pegada do satélite é a área no solo que é coberta pelo feixe do satélite. Um primeiro satélite 1201 tem uma pegada  
20 1203. O satélite 1201 tem um transmissor para os sinais de transmissão na pegada e um sistema receptor para receber os sinais da pegada, de maneira análoga às modalidades celulares. Um segundo satélite 1202 tem uma pegada separada 1204. Novamente, o satélite fornece a transmissão e a recepção semelhantes àquelas nos sistemas celulares discutidos acima. A pegada 1203 e a pegada 1204 se  
25 sobrepõem na área da handoff 1206. Os sistemas de comunicações por satélite normalmente organizam os feixes de satélite, tal que as pegadas se sobreponham a fim de garantir que não há nenhuma lacuna na serviço entre as pegadas. Conforme a unidade móvel 1205 entra na área de handoff 1206, os mesmos procedimentos exatos de soft handoff e a decodificação iterativa convolucional  
30 recursiva descritos acima podem ser usados para efetuar o handoff neste sistema de múltiplos satélites.

Conforme mostrado na FIG. 13, ainda uma outra modalidade da invenção prevê os procedimentos de soft handoff e de decodificação iterativa convolucional recursiva que efetuam os handoffs nas regiões de handoff 1301 localizados entre  
35 as pegadas sobrepostas 1302, 1303 e 1304, de um sistema de satélite de múltiplos feixes 1305. O circuito transmissor e receptor para comunicação do feixe e das

diversas pegadas todas se montam em um satélite.

Nas modalidades discutidas acima, a taxa de código durante o handoff foi de 1/4 (1 bit de entrada codificado em 4 bits transmitidos). O lado de transmissão enviou um canal de informações, contendo as informações digitalizadas originais e um primeiro fluxo de código perfurado. O lado de transmissão enviou um segundo canal de informações, contendo as informações digitalizadas da versão entrelaçada e um segundo fluxo de código perfurado. No entanto, prevê-se que as comunicações, de acordo com a invenção, podem utilizar a codificação turbo para alcançar taxas de código ainda mais baixas. Em um exemplo observado acima, as comunicações do canal reverso em um sistema celular CDMA podem operar com uma codificação para uma taxa de código de 1/6. As FIGS. 14 e 15 retratam os elementos de um sistema de codificação turbo que fornece um código de 1/6, preferencialmente para o uso em comunicações de canal reverso.

A FIG. 14 fornece uma ilustração funcional de alto nível desta modalidade do codificador turbo. O codificador turbo recebe as informações digitais  $d_k$  destinadas à transmissão em uma entrada 1401. Em um aparelho telefônico celular para a comunicação telefônica, por exemplo, a informação digital  $d_k$  seria um sinal de voz digitalizado e compactado de um vocodificador ou similar. Em outras aplicações, as informações digitais  $d_k$  podem ser praticamente qualquer outro tipo de dados digitais que um usuário pode querer enviar ao longo da interface de ar sem fio.

A entrada das informações digitais  $d_k$  em 1401 é fornecida como um fluxo de dados  $X_1$  diretamente a uma entrada de um primeiro multiplexador 1407A. A entrada 1401 também acopla as informações digitais  $d_k$  à entrada de um entrelaçador 1402. O entrelaçador 1402 entrelaça as informações digitais  $d_k$  de uma forma semelhante àquela do entrelaçador 601 na FIG. 6, para romper a correlação cruzada entre as sequências codificadas desenvolvidas posteriormente.

O codificador turbo também inclui dois codificadores convolucionais recursivos constituintes 1403A, 1403B. O primeiro codificador 1403A recebe a informação digital  $X_1$  diretamente da entrada 1401. O entrelaçador 1402 fornece uma versão entrelaçada das informações digitais para o codificador convolucional recursivo constituinte 1403B.

O codificador convolucional recursivo constituinte 1403A processa as informações digitais para produzir as duas sequências de paridade  $Y_1, Y_2$ . O codificador convolucional recursivo constituinte 1403B processa a versão entrelaçada das informações digitais para produzir as duas sequências de paridade

adicionais  $Y_3, Y_4$ .

Cada codificador convolucional 1403 inclui uma série de elementos de atraso  $D$ , mostrados como quatro no exemplo ilustrado, e um ciclo de retroalimentação. Em cada codificador, duas séries de derivações diferentes da linha de elementos de atraso fornecem as sequências de paridade codificadas diferentes. A FIG. 14 mostra os codificadores constituintes 1403A e 1403B como sistemas idênticos, cada um tendo quatro elementos de atraso e as mesmas representações polinomiais para as duas sequências de paridade. No entanto, a presente invenção não está limitada pelos polinômios particulares nem pelo número de elementos de memória, que é um menor que o comprimento de restrição.

Para a discussão do exemplo, suponha que  $g_1$  represente a conexão de retroalimentação,  $g_{21}$  represente uma conexão de pró-alimentação, e  $g_{22}$  represente a outra conexão de pró-alimentação. As expressões polinomiais para esses três sinais nos codificadores são:

$$\begin{aligned} g_1 &= 1 + D^3 + D^4 \\ g_{21} &= 1 + D + D^3 + D^4 \\ g_{22} &= 1 + D^2 + D^4 \end{aligned} \quad (15)$$

Cada codificador convolucional recursivo constituinte 1403A, 1403B fornece suas duas sequências de código de paridade às entradas dos dois perfuradores 1405A, 1405B. Relatado de uma outra maneira, as quatro entradas para cada um dos perfuradores 1405A, 1405B compreendem as quatro sequências de código de paridade  $Y_1, Y_2, Y_3$  e  $Y_4$ . Cada fornecedor fornece duas sequências de código perfurado separadas para as entradas do multiplexador correspondente.

O primeiro perfurador 1405A fornece suas duas sequências de código perfurado às segunda e terceira entradas do multiplexador 1407A. O multiplexador 1407A combina a primeira sequência de código perfurado e a segunda sequência de código perfurado juntamente com a informação digital original no fluxo  $X_1$ . Para a aplicação nas transmissões do canal reverso por um aparelho telefônico de CDMA, por exemplo, o multiplexador 1407A fornece as informações combinadas a um primeiro circuito de transmissão, para a transmissão de CDMA ao longo de um primeiro canal lógico para a estação base A.

O segundo perfurador 1405B fornece suas duas sequências de código perfurado à segunda e à terceira entrada do multiplexador 1407B. O multiplexador 1407B combina a terceira sequência de código perfurado juntamente com a versão entrelaçada das informações digitais no fluxo identificado como  $X_2$ . A transmissão do canal reverso para um exemplo de aparelho telefônico de CDMA, o

multiplexador 1407A forneceria as informações combinadas a um segundo circuito de transmissão, para a transmissão de CDMA ao longo de um segundo canal lógico para a estação base B.

A FIG. 15 mostra os perfuradores e multiplexadores da modalidade da FIG. 14 com os diversos fluxos de bits de entrada e de saída. Em geral, a operação dos perfuradores 1405A e 1405B é semelhante àquela dos perfuradores na modalidade anterior, exceto que os perfuradores são adaptados para selecionar e combinar as porções de quatro sinais de entrada de paridade para formar duas sequências perfuradas. A FIG. 15 retrata as matrizes de perfuração dos dois perfuradores 1407A e 1407B.

O perfurador 1405A, na verdade, funciona muito como uma combinação de dois dos perfuradores 603A, um dos quais processa os sinais Y1 e Y2 e o outro dos quais processa os sinais Y3 e Y4. De forma semelhante, o perfurador 1405B, na verdade, realmente funciona muito como uma combinação de dois dos perfuradores 603B.

As saídas da sequência de paridade podem ser representadas por:

$$Y_1 \Rightarrow y_1(0), y_1(1), y_1(2), y_1(3), \dots, y_1(n), \dots, y_1(N);$$

$$Y_2 \Rightarrow y_2(0), y_2(1), y_2(2), y_2(3), \dots, y_2(n), \dots, y_2(N);$$

$$Y_3 \Rightarrow y_3(0), y_3(1), y_3(2), y_3(3), \dots, y_3(n), \dots, y_3(N);$$

$$Y_4 \Rightarrow y_4(0), y_4(1), y_4(2), y_4(3), \dots, y_4(n), \dots, y_4(N) \quad (16)$$

Conforme os padrões perfurados são aplicados às sequências  $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$  e  $Y_4$  pelos perfuradores, a primeira saída do perfurador 1405A tem a seguinte sequência;

$$y_2(0), y_1(1), y_2(2), y_1(3), y_2(4), y_1(5), \dots; \quad (17)$$

como um resultado do padrão de perfuração [0,1/1,0]. De forma semelhante, conforme o perfurador 1405A aplica o padrão às sequências  $Y_3$  e  $Y_4$  pelo perfurador, a segunda saída do perfurador 1405A tem a seguinte sequência;

$$y_4(0), y_3(1), y_4(2), y_3(3), y_4(4), y_3(5), \dots; \quad (18)$$

como um resultado do padrão de perfuração [0,1/1,0]. A matriz global do padrão de perfuração combinada do perfurador 1405A é [0101/1010].

A primeira saída do segundo perfurador 1405B tem a seguinte sequência:

$$y_1(0), y_2(1), y_1(2), y_2(3), y_1(4), y_2(5), \dots; \quad (19)$$

como um resultado do padrão de perfuração [1,0/0,1]. Conforme o perfurador 1405B aplica o mesmo padrão às sequências  $Y_3$  e  $Y_4$ , a segunda saída do perfurador 1405B tem a seguinte sequência;

$$y_3(0), y_4(1), y_3(2), y_4(3), y_3(4), y_4(5), \dots \quad (20)$$

A matriz global do padrão de perfuração combinada do perfurador 1405B é [1010/0101].

O perfurador 1405A fornece os dois primeiros fluxos (17), (18) às entradas do primeiro multiplexador 1407A. O multiplexador 1407A faz ciclos repetitivos através de suas três entradas para conectar os bits a uma saída dele. O multiplexador 1407A combina, assim, o fluxo de bits  $X_1$  que representa as informações de entrada juntamente com a primeira e a segunda sequências perfuradas. O multiplexador produz essencialmente uma sequência de fluxo de bits de:

$$10 \quad X_1(0), Y_2(0), Y_4(0), X_1(1), Y_1(1), Y_3(1), \\ X_1(2), Y_2(2), Y_4(2), X_1(3), Y_1(3), Y_3(3) \dots (21)$$

O perfurador 1405B fornece os dois primeiros fluxos (19), (20) às entradas do primeiro multiplexador 1407B. O multiplexador 1407B faz ciclos repetitivos através de suas três entradas para conectar os bits a uma saída dele. O multiplexador 1407B combina, assim, o fluxo de bits  $X_2$  que representa a versão entrelaçada das informações de entrada juntamente com a terceira e a quarta sequências perfuradas. O multiplexador produz essencialmente uma sequência de fluxo de bits de:

$$20 \quad X_2(0), Y_1(0), Y_3(0), X_2(1), Y_2(1), Y_4(1), \\ X_2(2), Y_1(2), Y_3(2), X_2(3), Y_2(3), Y_4(3) \dots (22)$$

As saídas dos dois codificadores produzem quatro bits para cada bit de entrada única, a combinação dos quatro bits dos sinais codificados com um bit da informação de entrada e um bit da versão entrelaçada da informação produz um total de seis bits para a transmissão derivada de um bit de entrada. Assim, as saídas dos multiplexadores fornecem seis bits para a transmissão para cada bit de entrada, produzindo uma taxa de código de 1/6.

No exemplo de uma transmissão de canal reverso de um aparelho telefônico, a sequência (21) vai do primeiro multiplexador 1407A a uma primeira transmissão do canal reverso para estação base A. A sequência (22) vai do primeiro multiplexador 1407B a uma segunda transmissão do canal reverso para a estação base B.

As estações base e o centro de comutação principal associado recebem e decodificam as transmissões do canal reverso de taxa de 1/6 de maneira semelhante àquela usada no receptor das FIGS. 8 e 9. O combinador de pacote/código e o decodificador iterativo são adaptados a fluxos de seis bits, especificamente o fluxo recuperado corresponde às informações de entrada, o fluxo

recuperado correspondente à versão entrelaçada das informações e os fluxos recuperados correspondentes às quatro sequências perfuradas. Os dois decodificadores MAP são adaptados para processar três sequências cada, e, em particular, para realizar o inverso das operações de codificação dos dois  
5 codificadores 1403A, 1403B.

Durante as operações na célula, a estação móvel transmite um dos fluxos de um multiplexador para uma das estações base. Considere a transmissão para estação base A como um exemplo. Nesse caso, a estação móvel transmite a sequência (21) do primeiro multiplexador 1407A para a estação base A. A estação  
10 base A e o centro de comutação principal processam os bits para as três sequências nesse fluxo (taxa de código 1/3) para derivar uma representação precisa da informação de entrada original. De forma semelhante, quando a estação móvel transmite apenas ao longo do canal reverso para a estação base B, a estação móvel transmite a sequência (22) do segundo multiplexador 1407B. A estação base  
15 B e o centro de comutação principal processam os bits para as três sequências nesse fluxo (taxa de código 1/3) para derivar uma representação precisa da informação de entrada original.

Um exemplo do combinador de código de paridade do canal reverso em conjunto com um decodificador iterativo é mostrado em detalhe na FIG. 16. O  
20 conceito operacional é semelhante àquele do canal direto.

Uma vez que o precedente descreveu o que é considerado como modalidades preferidas da invenção, deve ser entendido que a invenção não está limitada a essas modalidades específicas. Várias modificações podem ser feitas, a invenção pode ser implementada em várias formas e modalidades, e ela pode ser  
25 aplicada em inúmeras aplicações, apenas algumas das quais foram descritas neste documento. Pretende-se, pelas seguintes reivindicações, reivindicar todas essas modificações e variações que estejam dentro do verdadeiro escopo da invenção.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de comunicação móvel, compreendendo:

uma fonte de dados digitais, para comunicação para ou a partir de uma estação predeterminada de uma pluralidade de estações móveis;

5 um primeiro codificador constituinte (602A), acoplado à fonte, para a codificação dos dados digitais em uma primeira sequência de códigos;

um entrelaçador (601), acoplado à fonte, para entrelaçar os dados digitais;

um segundo codificador constituinte (602B), acoplado ao entrelaçador (601), para codificar os dados digitais entrelaçados em uma segunda sequência de  
10 códigos;

um primeiro perfurador de código (603A), acoplado ao primeiro e segundo codificadores constituintes, para seletivamente escolher dados na primeira sequência de códigos e na segunda sequência de códigos de acordo com um primeiro padrão de perfuração par formar uma primeira sequência de códigos  
15 perfurada;

um segundo perfurador de código (603B), acoplado ao primeiro e segundo codificadores constituintes, para seletivamente escolher dados na segunda sequência de códigos e na primeira sequência de códigos de acordo com um segundo padrão de perfuração para formar uma segunda sequência de códigos  
20 perfurada;

primeiro e segundo transmissores para transmissão de informação sobre primeiro e segundo canais lógicos atribuídos à estação móvel predeterminada;

**caracterizado** pelo fato de que pelo menos durante uma operação de handoff, o primeiro transmissor transmite o primeiro canal que transporta uma primeira representação dos dados digitais junto com a primeira sequência de  
25 códigos e, concorrentemente, o segundo transmissor transmite o segundo canal que transporta uma segunda representação dos dados digitais junto com a segunda sequência de códigos perfurada.

2. Sistema de comunicação móvel, de acordo com a reivindicação 1,  
30 **caracterizado** pelo fato de que

o primeiro perfurador de código (603A) substitui seletivamente dados na

primeira seqüência de códigos com dados selecionados a partir da segunda seqüência de códigos para formar a primeira seqüência de códigos perfurada;

o segundo perfurador de código (603B) substitui seletivamente dados na segunda seqüência de códigos com dados selecionados a partir da primeira seqüência de códigos para formar uma segunda seqüência de códigos perfurada;

5 e

durante uma operação de handoff um controle acoplado ao primeiro e segundo transmissores faz com que o primeiro transmissor transmita ao primeiro canal que transporta o dado digital juntamente com a primeira seqüência de códigos perfurada e, concorrentemente, faz com que o segundo transmissor transmita para o segundo canal que transporta os dados digitais entrelaçados juntamente com a segunda seqüência de códigos perfurada.

10

3. Sistema de comunicação móvel, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a primeira representação (dk) dos dados digitais consiste nos ditos dados digitais.

15

4. Sistema de comunicação móvel, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de que a segunda representação (dki) dos dados digitais compreende uma representação entrelaçada dos ditos dados digitais.

5. Sistema de comunicação móvel, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que cada um dentre o primeiro e o segundo codificador constituinte compreende um codificador turbo.

20

6. Sistema de comunicação móvel, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente:

um primeiro multiplexador (604) para multiplexar a primeira representação (dk) de dados digitais juntamente com a primeira seqüência de códigos perfurada, bem como para o fornecimento de dados multiplexados ao primeiro transmissor; e

25

um segundo multiplexador (605), para multiplexar a segunda representação (dki) de dados digitais conjuntamente com a segunda seqüência de códigos perfurada e fornecer dados multiplexados ao segundo transmissor.

7. Sistema receptor para operação em um sistema de comunicação móvel sem fio, apresentando circuito receptor (804, 803, 804A, 804B, 805, 816) para o processamento de sinais modulados associados com uma estação móvel,

30

os quais são recebidos de dois ou mais transmissores, durante uma operação de handoff, para a obtenção de primeiro e segundo fluxo de dados, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

5       circuito demultiplexador (901A, 901B) acoplado a uma saída do circuito receptor, para o processamento do primeiro fluxo de dados recebido durante o handoff para a recuperação de dados digitais que correspondem a uma primeira representação de sequência de informação digital e uma primeira sequência codificada, bem como para a recuperação de dados digitais que correspondem a uma segunda representação da sequência de informação digital e uma segunda  
10       seqüência codificada;

      um combinador de códigos (904), acoplado ao circuito demultiplexador (901A, 901B), para processar as seqüências, para recuperar uma primeira seqüência codificada constituinte que corresponde a primeira representação da sequência de informação digital e uma segunda seqüência codificada constituinte  
15       que corresponde à segunda representação da seqüência de informação digital; e

      um decodificador inteligente acoplado ao combinador de códigos para o processamento de dados digitais recuperados, que correspondem à primeira e segunda representações da sequência de informação digital e à primeira e segunda seqüências codificadas constituintes, para recuperar uma representação acurada  
20       da seqüência de informação digital durante a operação de handoff.

8.     Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que

      a primeira representação (dk) de sequência de informação digital é informação de comunicação digital e a segunda representação (dki) de sequência  
25       de informação digital é uma versão entrelaçada da informação de comunicação digital; e

      a primeira e segunda seqüência codificada é perfurada a uma primeira seqüência perfurada e uma segunda seqüência perfurada.

9.     Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado**  
30       pelo fato de que o sistema receptor é um elemento da estação móvel (401).

10.    Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que o circuito receptor compreende circuito em uma primeira estação

base de uma rede celular e circuito em uma segunda estação base da rede celular.

11. Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que pelo menos o combinador de códigos (904) e o decodificador inteligente são elementos localizados em um centro de comutação mestre da rede celular.

12. Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que o circuito receptor fica localizado em um ou mais satélites (1202, 1201, 1305).

13. Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, **caracterizado** pelo fato de que o decodificador inteligente (905) compreende um decodificador turbo.

14. Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que o decodificador turbo compreende:

um primeiro decodificador (905) acoplado às saídas do combinador de códigos (904), que correspondem aos dados digitais recuperados, que corresponde à informação de comunicação digital e à primeira seqüência codificada constituinte;

um combinador de pacotes (909) para a combinação de dois fluxos de dados independentes derivadas das saídas do combinador de códigos (904) que correspondem aos dados digitais recuperados que corresponde à informação de comunicação e à versão entrelaçada recuperada da informação de comunicação digital; e

um segundo decodificador (906) responsivo a uma saída do primeiro decodificador (905), a uma saída do combinador de pacote (909) e a uma saída do combinador de códigos (904) que corresponde à segunda seqüência codificada constituinte.

15. Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de que o decodificador turbo compreende adicionalmente:

um entrelaçador (907) para o acoplamento de informação de saída digital a partir do primeiro decodificador (905) a uma entrada do segundo decodificador (906);

um primeiro desentrelaçador (910) que propicia feedback a partir do segundo

decodificador (906) para o primeiro decodificador (905); e

um segundo desentrelaçador (911) para desentrelaçar uma saída a partir do segundo decodificador (906).

5 16. Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de que

o primeiro e segundo fluxo de dados são primeiro e segundo fluxo de dados direto;

o circuito demultiplexador (901A, 901B) inclui um primeiro demultiplexador (901A), acoplado a uma saída do circuito receptor, para processar o primeiro fluxo de dados direto recebido durante handoff, para recuperar os dados digitais correspondentes a informação digital destinada ao receptor móvel e uma primeira seqüência codificada e um segundo demultiplexador (901B), acoplado a uma saída do circuito receptor, para processar o segundo fluxo de dados direto recebido durante handoff, para recuperar dados digitais correspondentes a informação digital entrelaçada destinada ao receptor móvel e uma segunda seqüência codificada;

o combinador de códigos (904), acoplado ao primeiro e segundo demultiplexadores (901A, 901B), para processar a primeira e a segunda seqüências codificadas durante handoff, para recuperar uma primeira seqüência codificada constituinte que corresponde à informação digital destinada ao receptor móvel (401), e uma segunda seqüência codificada constituinte que corresponde à informação digital entrelaçada destinada ao receptor móvel (401); e

um decodificador inteligente, acoplado ao combinador de códigos (904), para recuperar uma representação precisa da informação digital destinada ao receptor móvel a partir dos dados digitais recuperados correspondentes à informação digital destinada ao receptor móvel, à primeira seqüência codificada constituinte, aos dados digitais recuperados correspondentes à informação digital entrelaçada destinada ao receptor móvel, e à segunda seqüência codificada constituinte.

17. Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de que o decodificador inteligente compreende um decodificador turbo.

30 18. Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato de que o decodificador turbo compreende:

um primeiro decodificador (905) acoplado às saídas do combinador de

códigos (904) que corresponde à informação digital destinada ao receptor móvel, bem como à primeira seqüência codificada constituinte;

um combinador de pacotes (909) para a combinação de dois fluxos de dados independentes, sendo que um fluxo de dados independente é derivado dos dados digitais recuperados, que correspondem à informação digital, e o outro fluxo de dados independente sendo os dados digitais recuperados, que corresponde à informação digital entrelaçada; e

um segundo decodificador (906) responsivo a uma saída do primeiro decodificador (905) para uma saída do combinador de pacotes (909) e uma saída do combinador de códigos (904) que corresponde à segunda seqüência codificada constituinte.

19. Sistema receptor, de acordo com a reivindicação 18, **caracterizado** pelo fato de que o decodificador turbo ainda compreende:

um entrelaçador (907) que acopla informação de saída digital a partir do primeiro decodificador (905) para uma entrada do segundo decodificador (906);

um primeiro desentrelaçador (910) que fornece feedback a partir do segundo decodificador (905) para o primeiro decodificador; e

um segundo desentrelaçador (911) para desentrelaçar uma saída a partir do segundo decodificador (906).

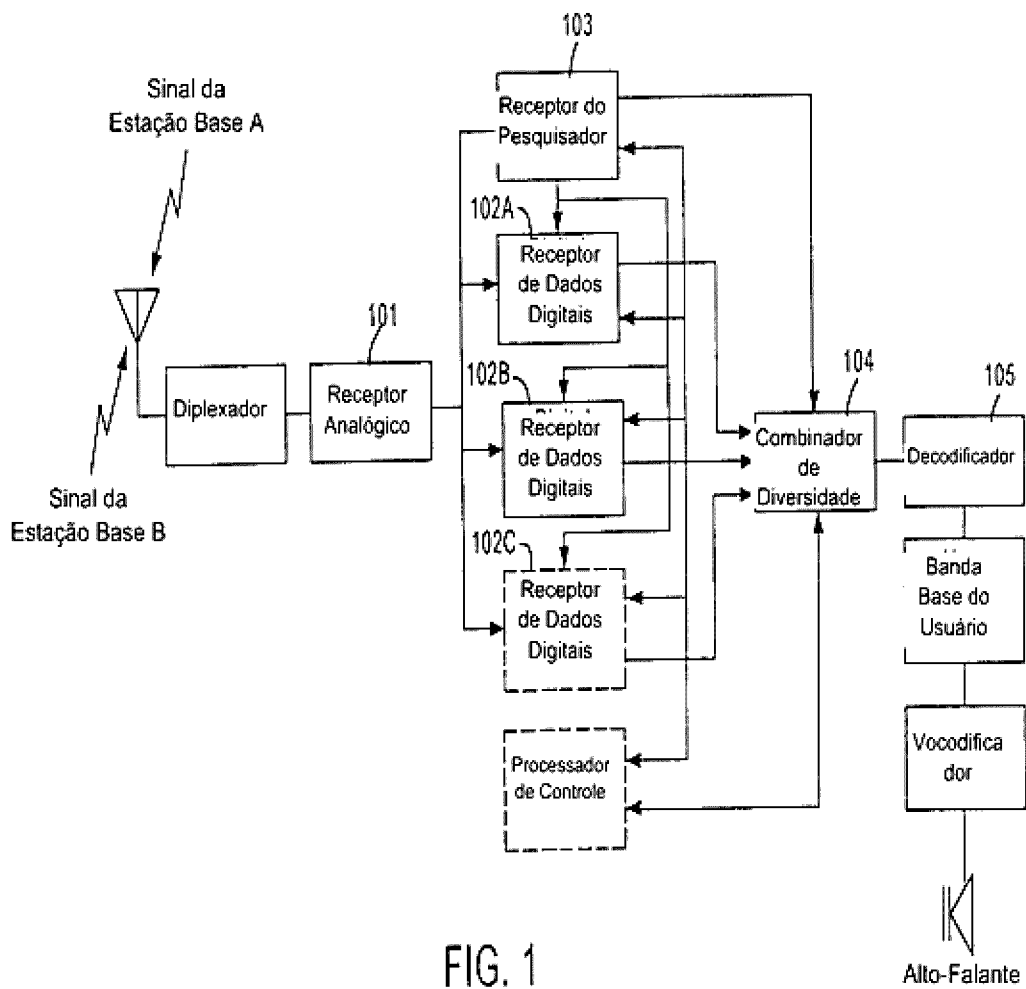


FIG. 1

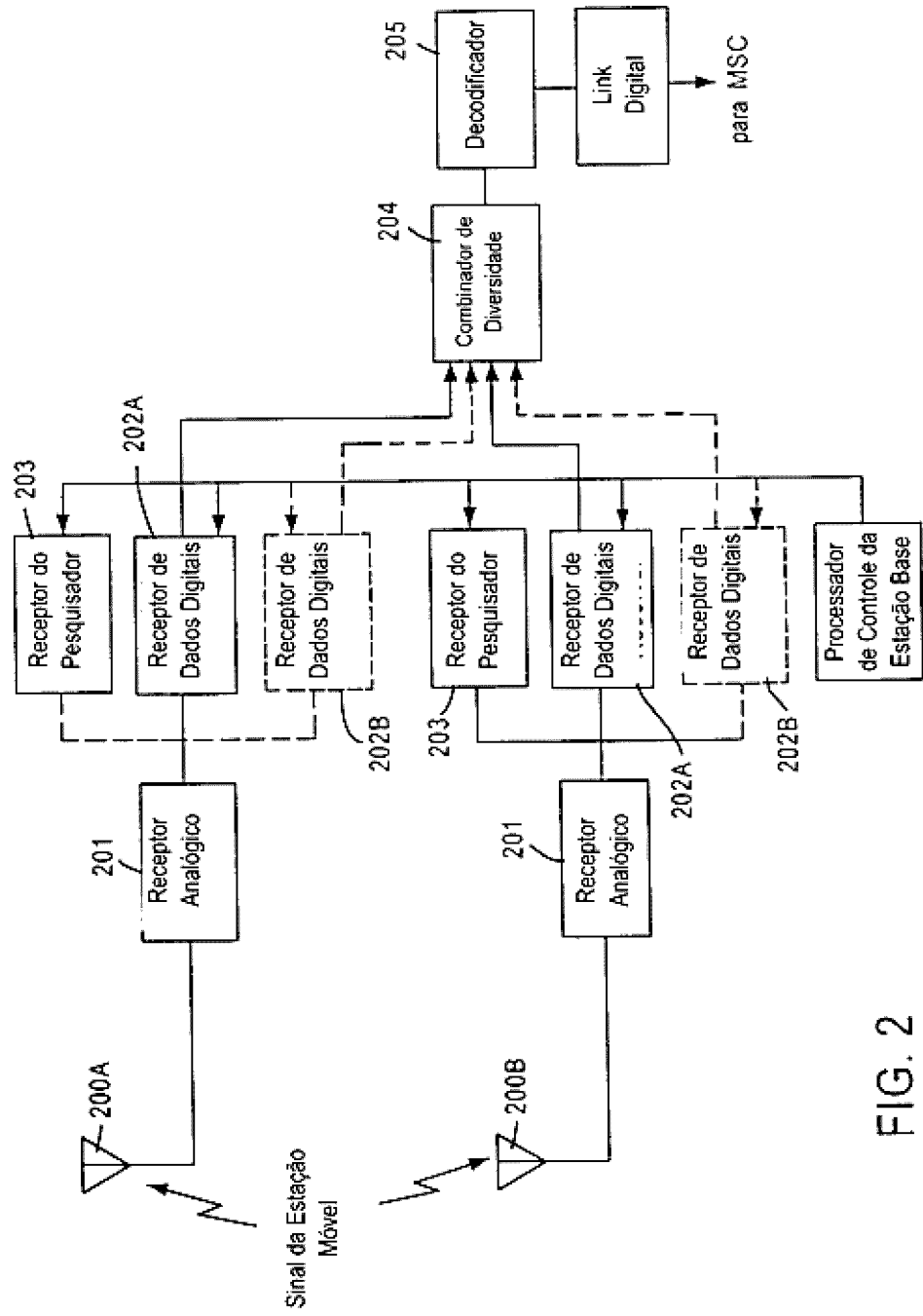


FIG. 2

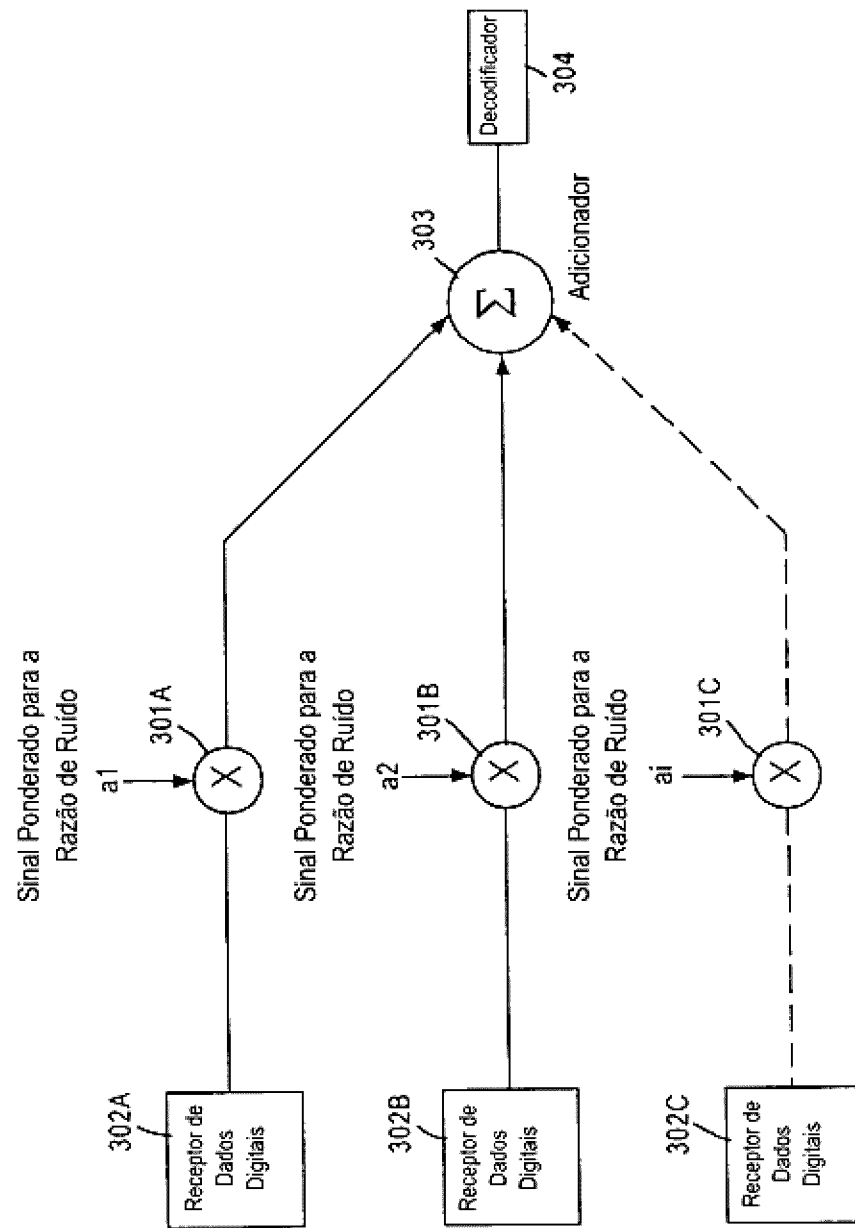


FIG. 3

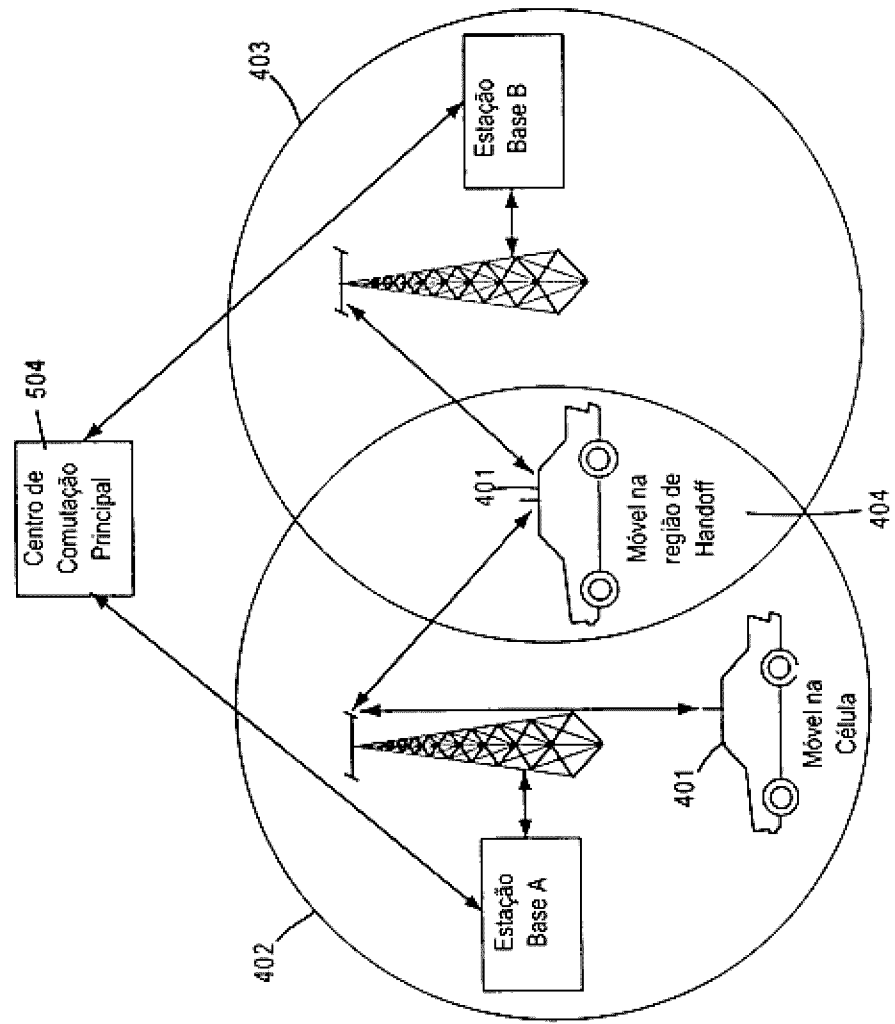


FIG. 4

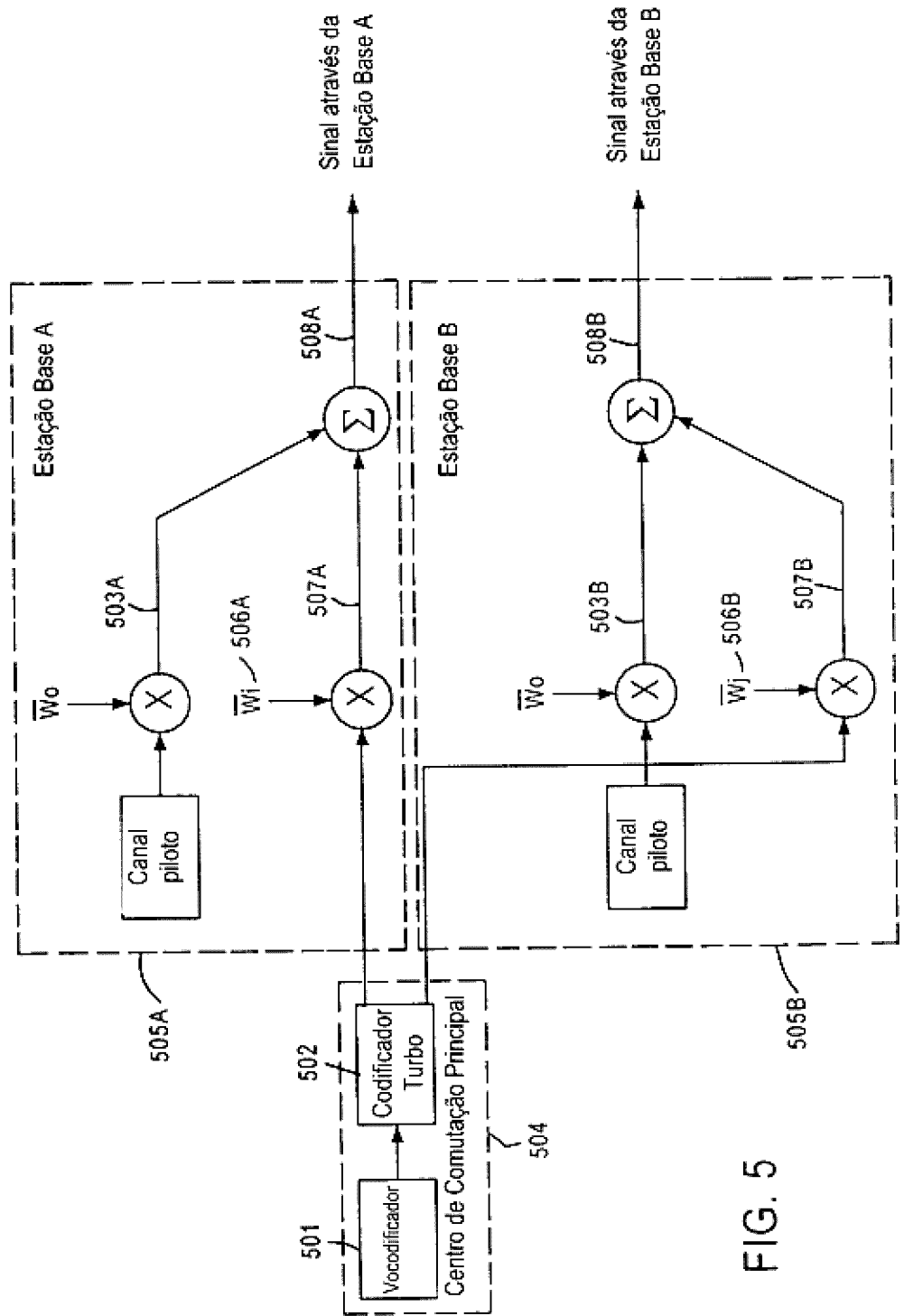


FIG. 5

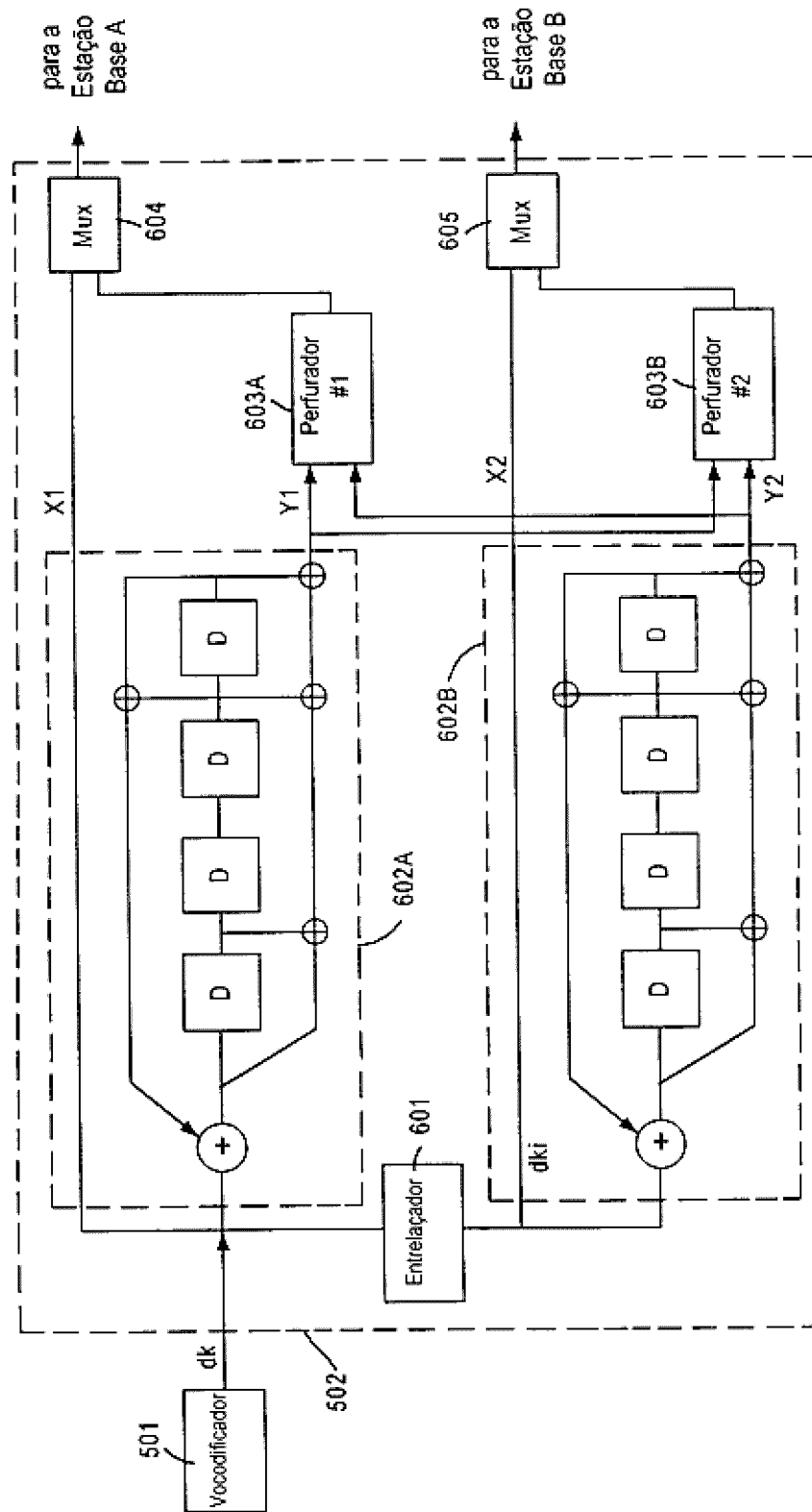


FIG. 6

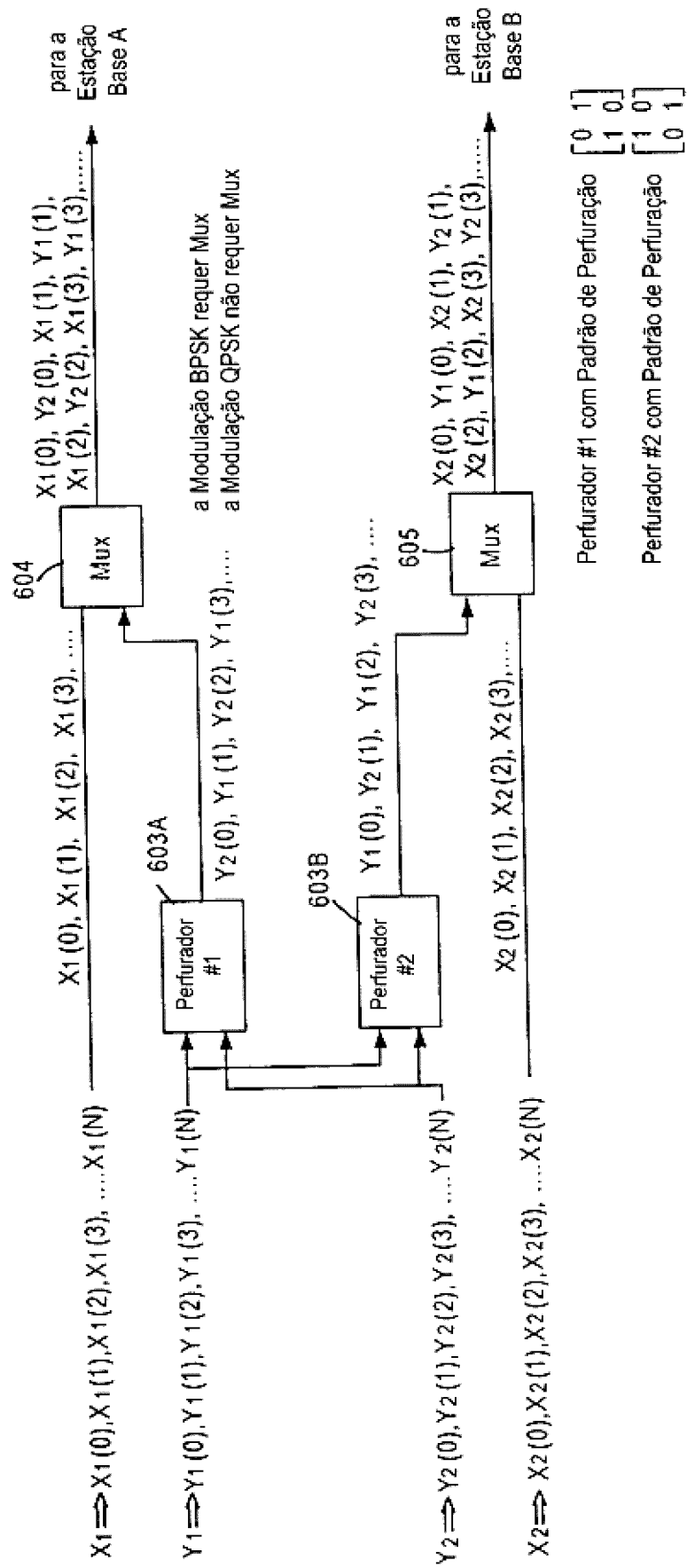


FIG. 7

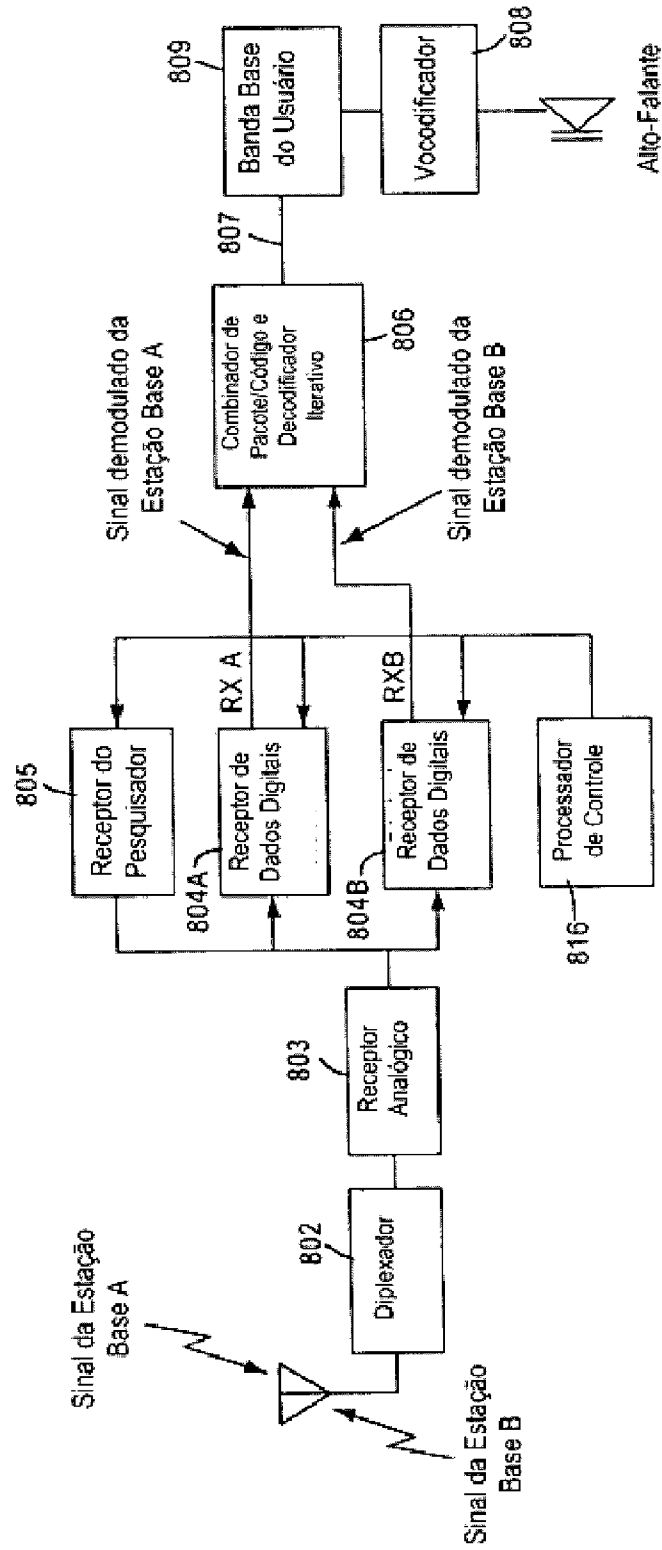
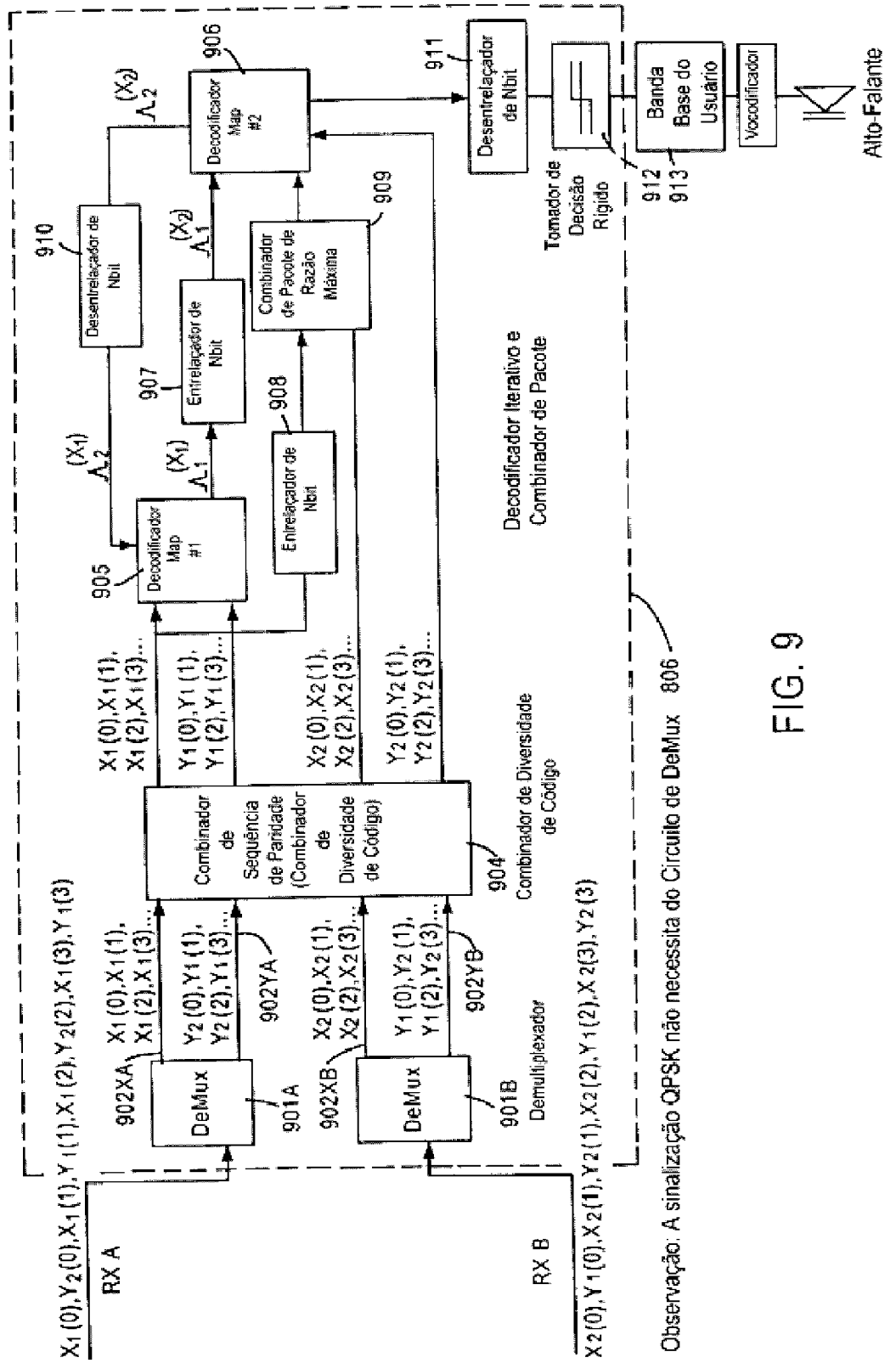


FIG. 8



Observação: A sinalização QPSK não necessita do Circuito de DeMux 806

FIG. 9

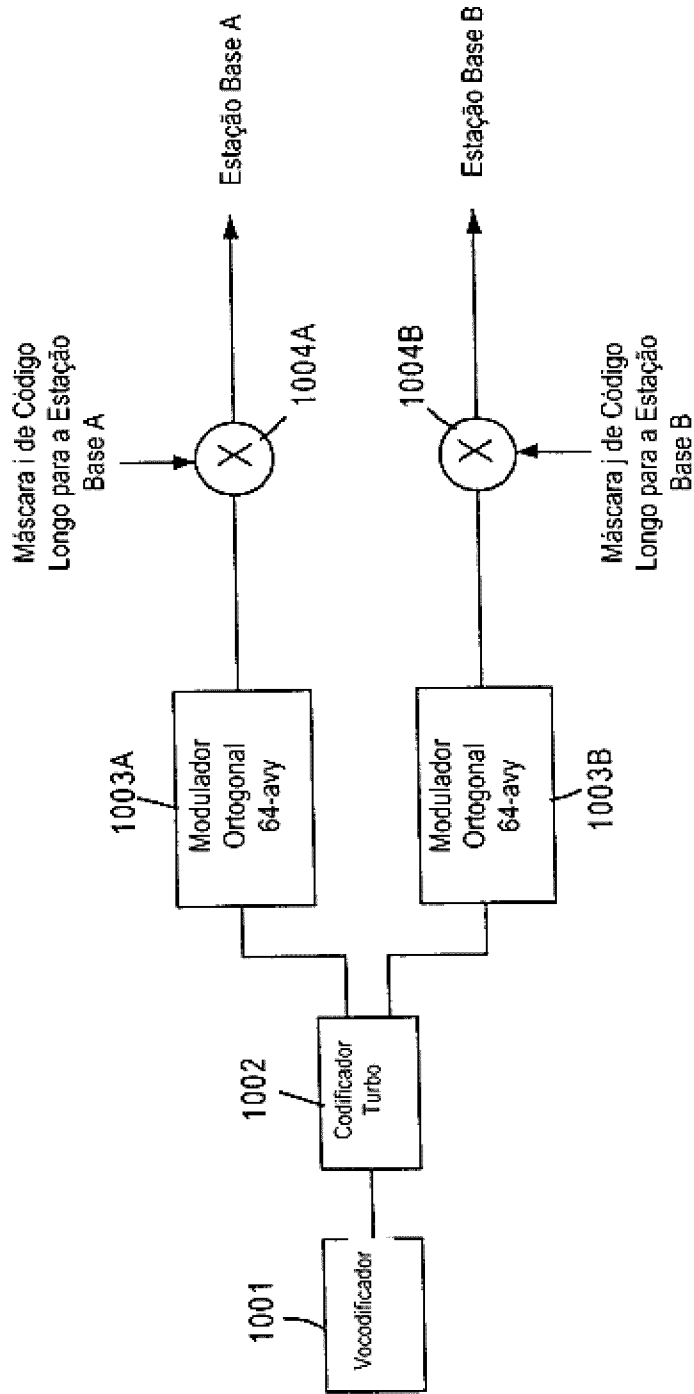


FIG. 10

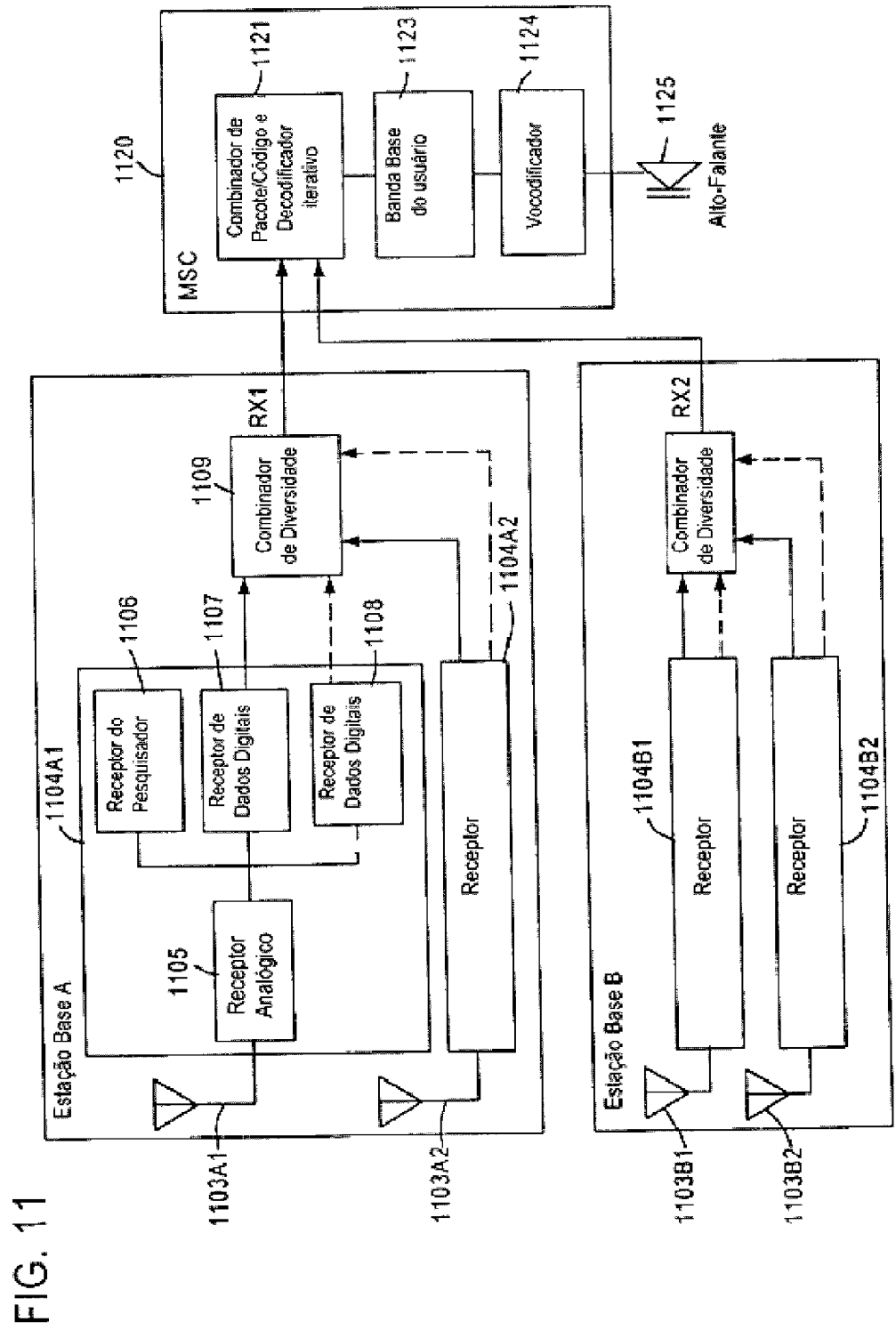


FIG. 11

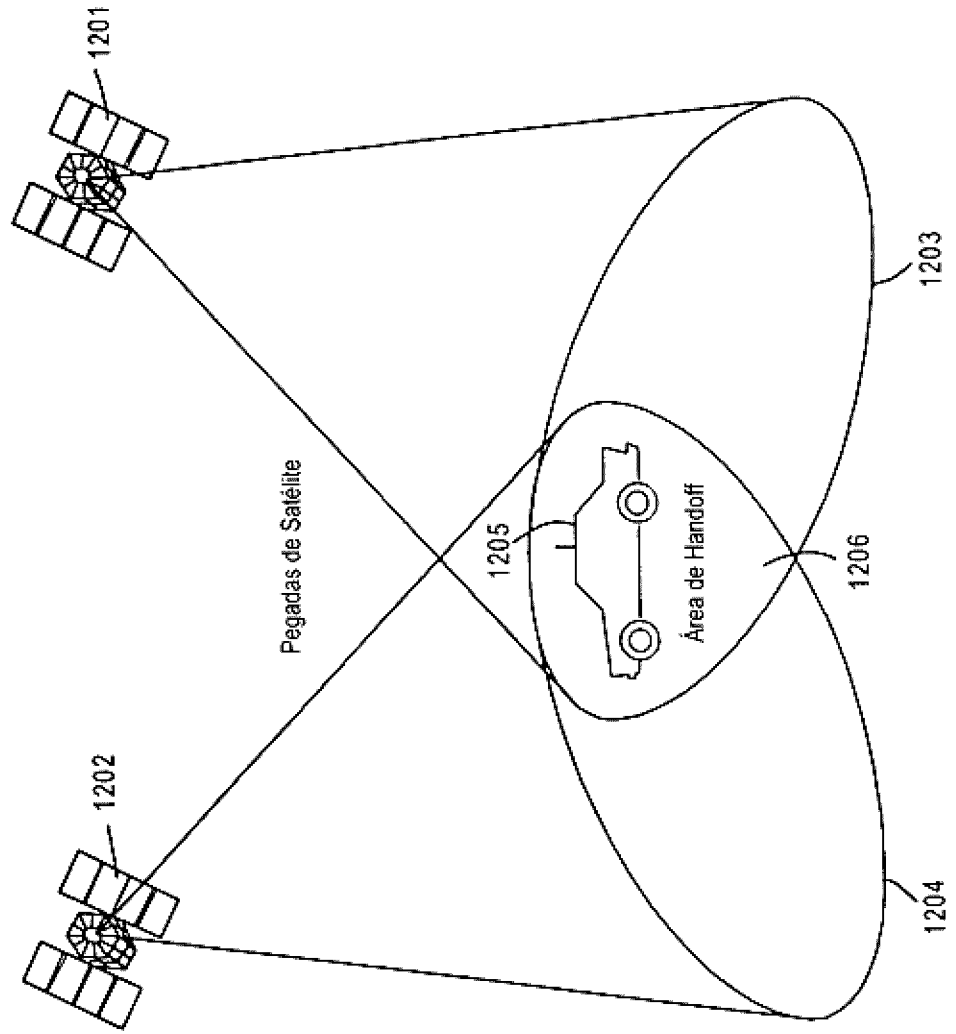


FIG. 12

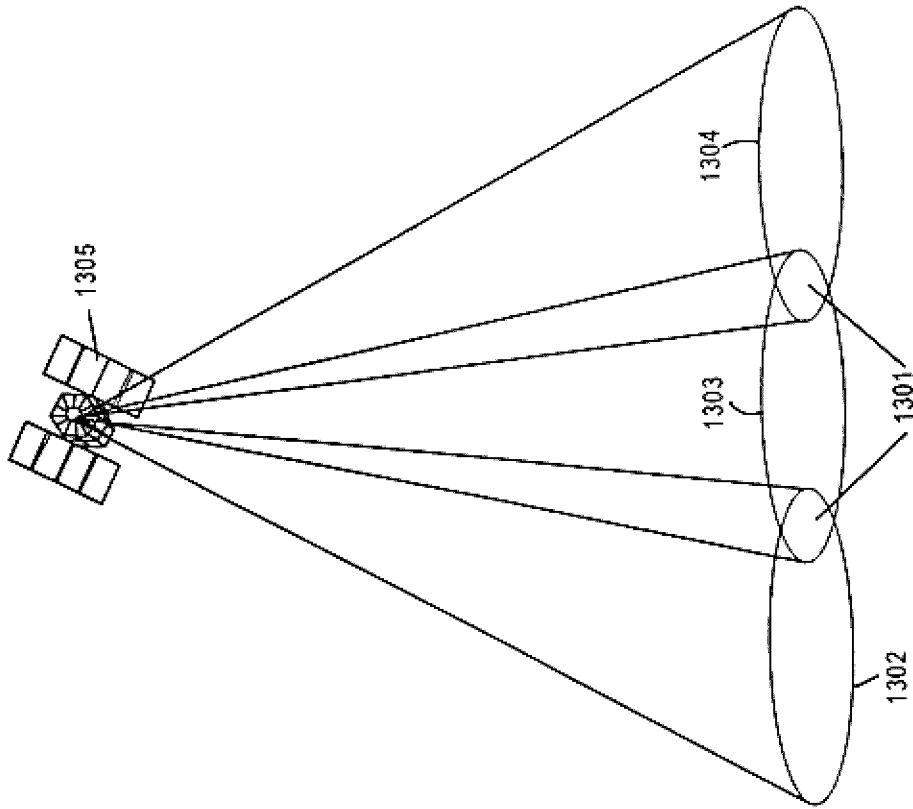


FIG. 13

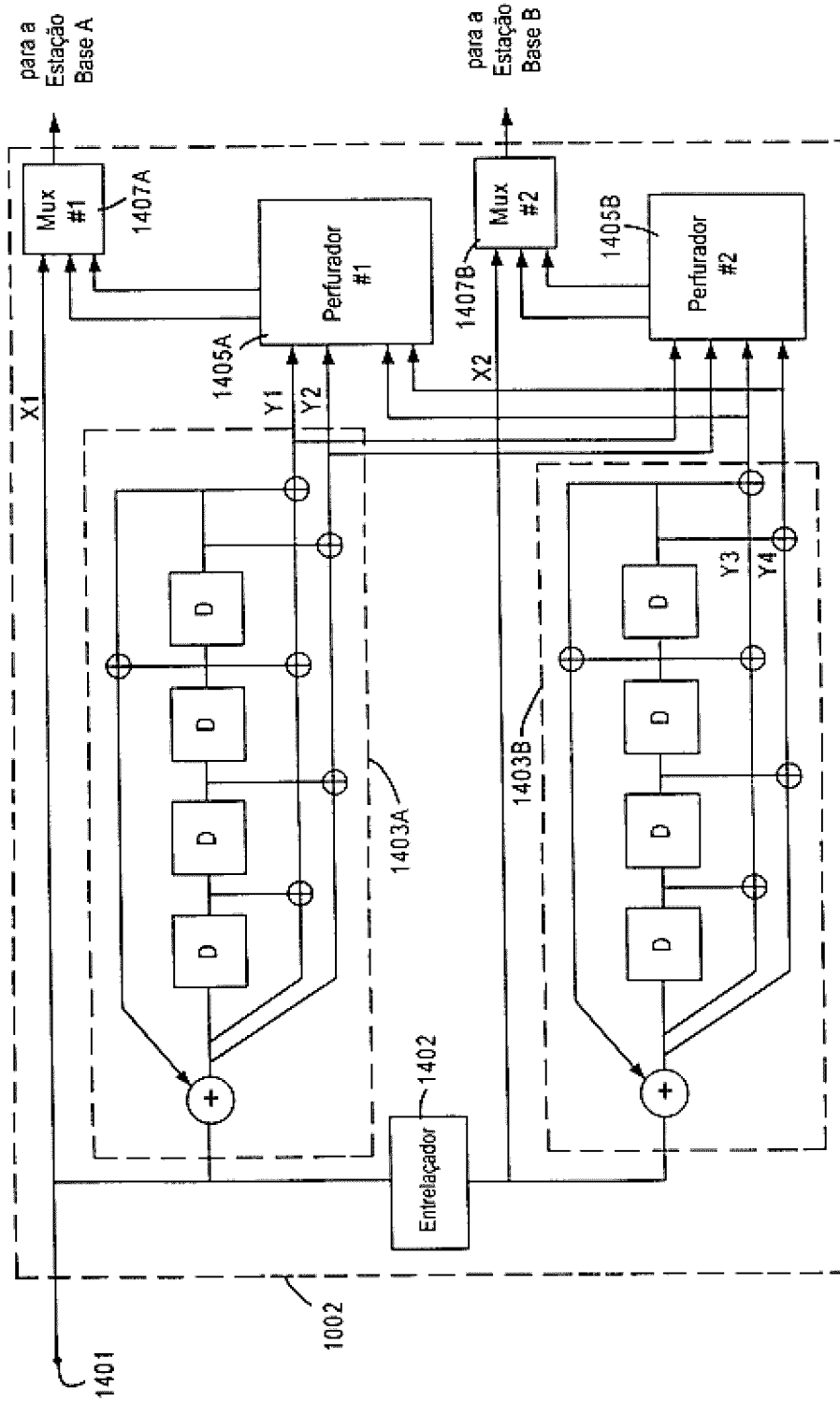


FIG. 14

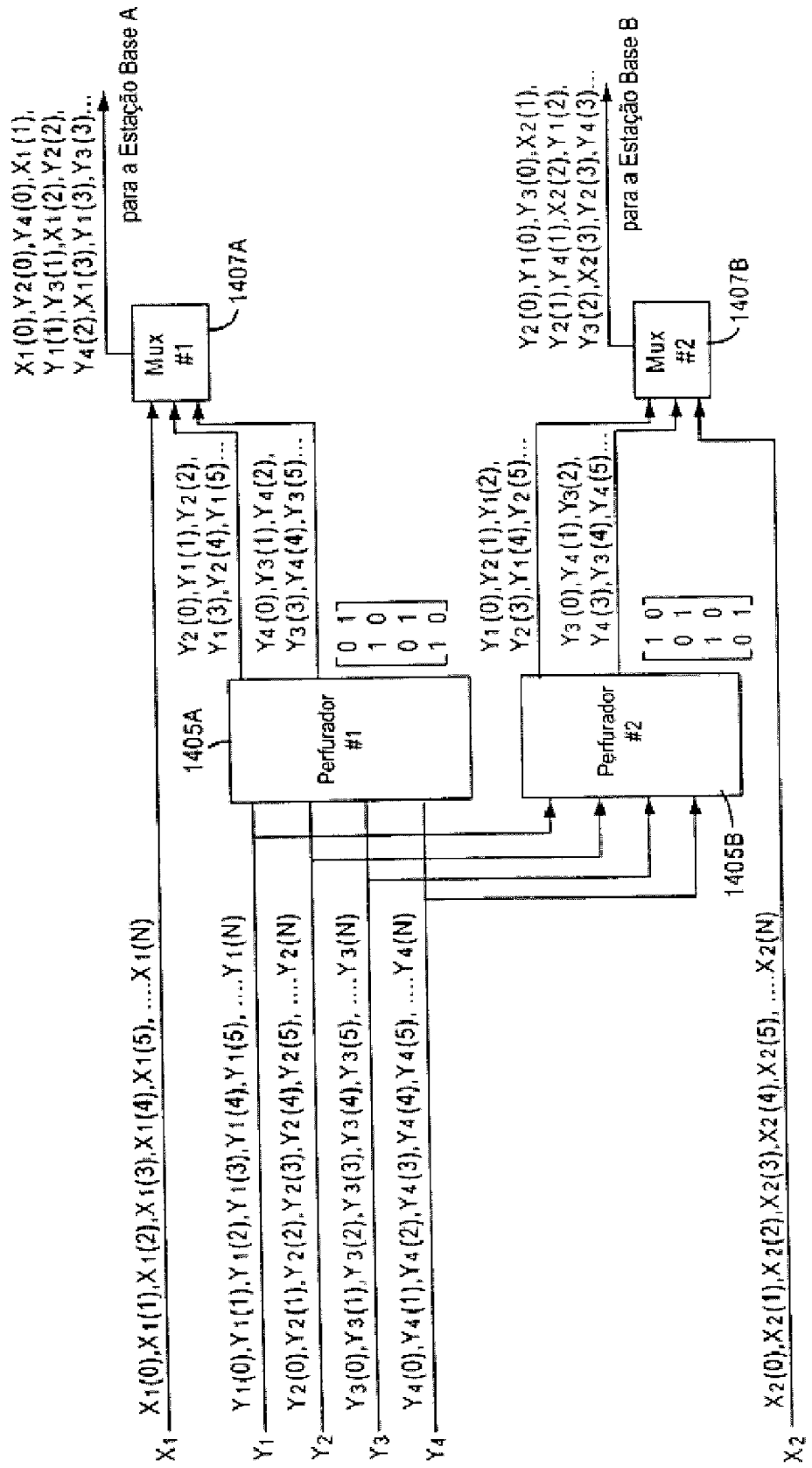


FIG. 15

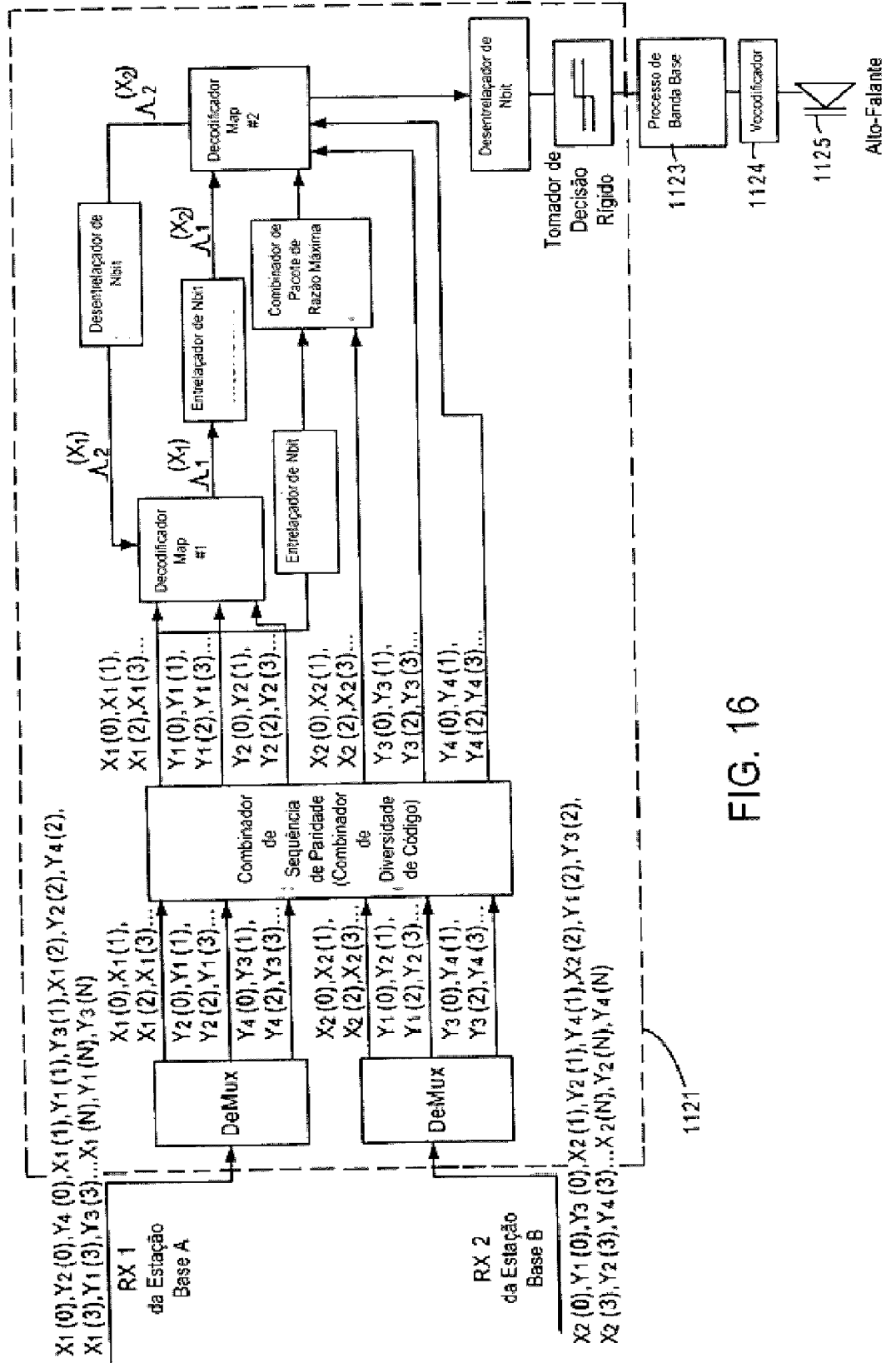


FIG. 16

## **SISTEMA DE COMUNICAÇÃO MÓVEL E SISTEMA RECEPTOR PARA OPERAÇÃO EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO MÓVEL SEM FIO**

Sistemas de comunicação, incluindo, por exemplo, sistemas de comunicação móvel com base celular, sistemas de comunicação de múltiplo satélite, ou sistema de satélite multifeixe, necessitam de métodos de handoff confiáveis entre célula-a-célula, feixe-a-feixe, ou satélite-a-satélite, respectivamente. Medidas recentes de um sistema celular CDMA indica que o sistema está em handoff cerca de 30 a 50% de um período médio de ligação. Assim, a segurança do sistema durante o handoff é um dos principais parâmetros de performance de sistema e eventualmente torna-se um fator na capacidade do sistema total. A presente invenção revela, de forma vantajosa, técnicas novas e aperfeiçoadas para handoff em comunicações celulares e sistemas multisatélites e multifeixe. A presente invenção combina o mecanismo de soft handoff com uma técnica de combinação de diversidade de códigos (isto é, que combina sinais de múltiplas fontes), uma técnica de combinação de pacotes (isto é, que combina múltiplos sinais), e um algoritmo de decodificação iterativa (exemplo, codificador turbo (502)).