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

(11) PI 9813885-5 B1

(22) Data do Depósito: 03/11/1998

(45) Data de Concessão: 20/06/2017

(54) Título: MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS EM PACOTE EM ALTA VELOCIDADE A PARTIR DE PELO MENOS UMA ESTAÇÃO BASE PARA UMA ESTAÇÃO MÓVEL, E MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS EM PACOTE EM ALTA VELOCIDADE A PARTIR DE UMA ESTAÇÃO BASE PARA UM ESTAÇÃO MÓVEL

(51) Int.Cl.: H04B 1/707

(30) Prioridade Unionista: 03/11/1997 US 08/963,386

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED

(72) Inventor(es): ROBERTO PADOVANI; NAGABHUSHANA T. SINDHUSHAYANA; CHARLES E. WHEATLEY III; PAUL E. BENDER; PETER J. BLACK; MATTHEW GROB; JURG K. HINDERLING

"MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS EM PACOTE EM ALTA VELOCIDADE A PARTIR DE PELO MENOS UMA ESTAÇÃO BASE PARA UMA ESTAÇÃO MÓVEL, E MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS EM PACOTE EM ALTA VELOCIDADE A PARTIR DE UMA ESTAÇÃO BASE PARA UMA ESTAÇÃO MÓVEL"

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção está relacionada à comunicação de dados. Mais particularmente, a presente invenção está relacionada a um método e a um equipamento novos e aperfeiçoados para transmissão de dados em pacotes em taxa elevada.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA ANTERIOR

Um sistema de comunicação nos dias atuais deve suportar uma diversidade de aplicações. Um de tais sistemas de comunicação consiste de um sistema de múltiplo acesso por divisão de código (CDMA) de acordo com a "TIA/EIA/IS-95A, Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System", a seguir designada como a norma IS-95. O sistema CDMA permite comunicações de voz e dados entre usuários através de um link terrestre. O uso de técnicas CDMA em um sistema de comunicações por múltiplo acesso é descrito na Patente U.S. Nº 4,901,307, intitulada "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS" e na Patente U.S. Nº 5,103,459, intitulada "SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING SIGNAL WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", ambas em nome da Requerente da presente invenção.

No presente relatório descritivo, a estação base refere aos hardwares com os quais as estações móveis se comunicam. Célula diz respeito aos hardwares ou à área de cobertura geográfica, dependendo do contexto em que o termo é utilizado. Um setor é uma partição de uma célula. Devido ao fato de que um setor de um sistema CDMA possui os

atributos de uma célula, os ensinamentos descritos em termos de células podem ser prontamente estendidos aos setores.

No sistema CDMA, as comunicações entre usuários são conduzidas através de uma ou mais estações base. Um primeiro usuário em uma estação móvel comunica com um segundo usuário em uma segunda estação móvel pela transmissão de dados através do link reverso para uma estação base. A estação base recebe os dados e pode direcioná-los para outra estação base. Os dados são transmitidos através do link direto da mesma estação base, ou de uma segunda estação base, para a segunda estação móvel. O link direto refere-se à transmissão a partir da estação base para uma estação móvel e o link reverso refere-se à transmissão a partir da estação móvel para uma estação base. Nos sistemas IS-95, o link direto e o link reverso são alocados em frequências separadas.

A estação móvel se comunica com pelo menos uma estação base durante uma comunicação. As estações móveis CDMA são capazes de se comunicar com múltiplas estações base simultaneamente durante soft handoff (repasse suave). Soft handoff é o processo de estabelecer um link com uma nova estação base antes de romper o link com a estação base anterior. Soft handoff minimiza a probabilidade de quedas de chamadas. O método e o sistema para prover uma comunicação com uma estação móvel através de mais de uma estação base durante o processo de soft handoff são descritos na Patente U.S. Nº 5,267,261, intitulada "MOBILE STATION ASSISTED SOFT HANDOFF IN A CDMA CELLULAR COMMUNICATIONS SYSTEM", em nome da Requerente da presente invenção. Softer handoff (repasse mais suave) é o processo pelo qual a comunicação ocorre através de múltiplos setores que são servidos pela mesma estação base. O processo de softer handoff é descrito em detalhes no Pedido Co-pendente de Patente U.S. Nº de Série 08/763,498, intitulado "METHOD

AND APPARATUS FOR PERFORMING HANDOFF BETWEEN SECTORS OF A COMMON BASE STATION", depositado em 11 de dezembro de 1996, em nome da Requerente da presente invenção.

Dada a crescente demanda por aplicações de dados sem fio, a necessidade de sistemas sem fio de comunicação de dados bastante eficientes tornou-se crescentemente significativa. A norma IS-95 é capaz de transmitir dados de tráfego e dados de voz através dos links direto e reverso. Um método para transmitir dados de tráfego em quadros de canal de código de tamanho fixo é descrito em detalhes na Patente U.S. Nº 5,504,773, intitulada "METHOD AND APPARATUS FOR THE FORMATTING OF DATA FOR TRANSMISSION", em nome da Requerente da presente invenção. De acordo com a norma IS-95, os dados de tráfego ou dados de voz são particionados em quadros de canal de código que possuem duração de 20 ms, com taxas de dados de até 14,4 kbps.

Uma significativa diferença entre serviços de voz e serviços de dados é o fato de que os primeiros impõem exigências de retardo restritas e fixas. Tipicamente, o retardo unidirecional geral dos quadros de fala deve ser menor que 100 ms. Em contraste, o retardo dos dados pode tornar-se um parâmetro variável usado para otimizar a eficiência do sistema de comunicação de dados. Especificamente, técnicas de codificação de correção de erros mais eficientes, que requerem retardos significativamente maiores que aqueles que podem ser tolerados pelos serviços de voz podem ser usadas. Um esquema de codificação eficiente exemplar para dados é descrito no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/743 688, intitulado "SOFT DECISION OUTPUT DECODER FOR DECODING CONVOLUTIONALLY ENCODED CODEWORDS", depositado em 6 de novembro de 1996, em nome da Requerente da presente invenção.

Outra significativa diferença entre os serviços de voz e os serviços de dados é a de que os primeiros

requerem um grau de serviço (GOS) fixo e comum para todos os usuários. Tipicamente, para sistemas digitais provendo serviços de voz, isto se traduz em uma taxa de transmissão fixa e igual para todos os usuários e um valor máximo tolerável para as taxas de erros dos quadros de fala. Em contraste, para os serviços de dados, o GOS pode ser diferente de usuário para usuário e pode ser um parâmetro otimizado para aumentar a eficiência geral do sistema de comunicação de dados. O GOS de um sistema de comunicação de dados é tipicamente definido como o retardo total incorrido na transferência de uma quantidade de dados predeterminada, a seguir designada como um pacote de dados.

Ainda outra diferença significativa entre os serviços de voz e os serviços de dados é a de que os primeiros requerem um link de comunicação confiável, o qual, no sistema de comunicação CDMA exemplar, é provido por soft handoff. Soft handoff resulta em transmissões redundantes a partir de duas ou mais estações base para melhorar a confiabilidade. No entanto, tal confiabilidade adicional não é necessária para a transmissão de dados, pois os pacotes de dados recebidos com erro podem ser retransmitidos. Para os serviços de dados, a potência de transmissão usada para suportar soft handoff pode ser usada mais eficientemente para a transmissão de dados adicionais.

Os parâmetros que medem a qualidade e a eficácia de um sistema de comunicação de dados são o retardo de transmissão necessário para transferir um pacote de dados e a taxa de transferência (throughput) média do sistema. O retardo de transmissão não exerce o mesmo impacto na comunicação de dados como o faz para a comunicação de voz, porém constitui uma medida relevante para a medição da qualidade do sistema de comunicação de dados. A taxa de transferência média constitui uma medida da eficiência da capacidade de transmissão de dados do sistema de comunicação.

É bem conhecido que nos sistemas celulares a

relação sinal/ruído e interferência, C/I, para qualquer usuário é uma função da localização do usuário dentro da área de cobertura. Para manter um dado nível de serviços, os sistemas TDMA e FDMA recorrem a técnicas de reuso de frequências, isto é, nem todos os canais de frequência e/ou partições de tempo (timeslots) são usados em cada estação base. Em um sistema CDMA, a mesma alocação de frequência é reusada em todas as células do sistema, desse modo, melhorando a eficiência geral. A C/I alcançada por qualquer estação móvel do usuário determina a taxa de informações que pode ser suportada para tal link particular proveniente da estação base para a estação móvel do usuário. Dado o método específico de modulação e correção de erro usado para a transmissão, o qual a presente invenção procura otimizar para transmissões de dados, é conseguido um dado nível de desempenho em um nível de C/I correspondente. Para um sistema celular idealizado com layouts de células hexagonais e utilizando uma frequência em comum em todas as células, pode ser calculada a distribuição de C/I conseguida dentro das células idealizadas.

A C/I conseguida por qualquer dado usuário é função da perda de percurso, a qual, para sistemas celulares terrestres aumenta em proporção r^3 a r^5, em que r é a distância para a fonte de irradiação. Além disso, a perda de percurso está sujeita a variações aleatórias devidas às obstruções naturais ou feitas pelo homem dentro do percurso da onda de rádio. Tais variações aleatórias são tipicamente modeladas como um processo aleatório de sombreamento log-normal, com um desvio padrão de 8 dB. A distribuição C/I resultante conseguida para um layout celular hexagonal ideal com antenas de estação base omnidirecionais, lei de propagação r^4 e processo de sombreamento com desvio padrão de 8 dB é apresentada na Figura 10.

A distribuição de C/I obtida só pode ser

conseguida se, em qualquer momento no tempo e em qualquer local, a estação móvel for servida pela melhor estação base, a qual é definida como aquela que consegue o maior valor de C/I, independentemente da distância física até cada estação base. Devido à natureza aleatória da perda de percurso, tal como foi acima descrito, o sinal com o maior valor de C/I pode ser um que esteja a uma distância física diferente da mínima em relação à estação móvel. Em contraste, caso uma estação móvel deva se comunicar somente através da estação base de mínima distância, a C/I pode ser substancialmente degradada. É portanto benéfico que as estações móveis se comuniquem com a e a partir da estação base de melhor serviço em todas as ocasiões, desse modo conseguindo o valor de C/I ideal. Pode também ser observado que o alcance (range) de valores da C/I conseguida no modelo idealizado acima, e tal como apresentado na Figura 10, seja tal que a diferença entre o valor mais elevado e o mais baixo pode ser de até 10.000. Em uma implementação na prática, o alcance é limitado tipicamente a aproximadamente 1:100 ou 20 dB. É portanto possível a uma estação base CDMA servir as estações móveis com taxas de bits que podem variar por um fator de até 100, uma vez que se aplica a seguinte relação:

$$R_b = W\frac{(C/I)}{(E_b/I_0)} \qquad (1)$$

em que R_b representa a taxa de informações para uma estação móvel específica, W é a largura de banda total ocupada pelo sinal de espectro espalhado e E_b/I_0 é a energia por bit sobre a densidade de interferência necessária para se conseguir um dado nível de desempenho. Como exemplo, se o sinal de espectro espalhado ocupa uma largura de banda, W, de 1,2288 MHz e uma comunicação confiável requer uma E_b/I_0 média igual a 3 dB, então uma

estação móvel que consiga um valor de C/I de 3 dB para a melhor estação base pode comunicar com uma taxa de dados tão elevada quanto 1,2288 Mbps. Por outro lado, se uma estação móvel for submetida a uma interferência substancial proveniente de estações base adjacentes e só consiga uma C/I de -7 dB, uma comunicação confiável não pode ser suportada a uma taxa maior 122,88 kbps. Um sistema de comunicação projetado para otimizar a taxa de transferência média irá portanto tentar servir a cada usuário remoto a partir da estação base de melhor serviço e na taxa de dados R_b mais elevada que o usuário remoto possa suportar de forma confiável. O sistema de comunicação de dados da presente invenção explora as características acima mencionadas e otimiza a taxa de transferência de dados a partir das estações base CDMA para as estações móveis.

Uma atenção é destinada ao documento US-A 5.093.924 que descreve um método de designação geral para uso em sistemas de comunicações móveis em que uma estação base seleciona em resposta a uma solicitação de conexão de comunicação um canal de rádio comunicação possuindo um nível de recepção de onda de interferência que é obtido por uma unidade de medição e satisfaz uma condição de qualidade de um canal de comunicação a partir de uma pluralidade de canais de rádio comunicação, e transmite informação do canal de rádio comunicação a uma estação móvel como um objeto da solicitação de conexão de comunicação. A estação móvel seleciona o canal de rádio comunicação transmitido pela estação base, mede um nível de recepção de onda de interferência e transmite o resultado de medição à estação base. A estação base verifica se os resultados de medição satisfazem as condições de qualidade de um percurso de comunicação, e designa o canal de rádio comunicação à comunicação solicitada quando os resultados de medição satisfazem as condições de qualidade do percurso de

comunicação.

RESUMO DA INVENÇÃO

A presente invenção é um método e um equipamento novos e aperfeiçoados para transmissão de dados em pacotes em taxa elevada em um sistema CDMA. A presente invenção melhora a eficiência de um sistema CDMA por prover mecanismos para transmitir dados através dos links direto e reverso. Cada estação móvel comunica com uma ou mais estações base e monitora os canais de controle pela duração da comunicação com as estações base. Os canais de controle podem ser usados pelas estações base para a transmissão de pequenas quantidades de dados, mensagens de alerta (paging) endereçadas a uma estação móvel específica e mensagens de difusão para todas as estações móveis. A mensagem de alerta informa à estação móvel que a estação base possui uma grande quantidade de dados a transmitir à estação móvel.

É um objetivo da presente invenção melhorar a utilização da capacidade do link direto e reverso no sistema de comunicação de dados. Quando do recebimento das mensagens de alerta provenientes de uma ou mais estações base, a estação móvel mede a relação sinal/ruído e interferência (C/I) dos sinais de link direto (por exemplo os sinais piloto de link direto) em cada partição de tempo e seleciona a melhor estação base usando um conjunto de parâmetros que pode compreender as medidas de C/I atual e anterior. Na modalidade exemplar, em cada partição de tempo, a estação móvel transmite à estação base selecionada, através de um canal de solicitação de dados dedicado (DRC), uma solicitação para transmissão na taxa de dados mais elevada que a C/I medida pode suportar de forma confiável. A estação base selecionada transmite dados, em pacotes de dados, em uma taxa de dados que não excede a taxa de dados recebida da estação móvel no canal DRC. Ao transmitir da melhor estação base em todas as partições de tempo, um aumento na taxa de transferência e retardo de

transmissão são conseguidos.

É um outro objetivo da presente invenção melhorar o desempenho pela transmissão a partir da estação base selecionada, na potência de transmissão máxima, pela duração de uma ou mais partições de tempo, para uma estação móvel na taxa de dados solicitada pela estação móvel. No sistema de comunicação CDMA exemplar, as estações base operam com um recuo (back-off) predeterminado (por exemplo, de 3 dB) em relação à potência de transmissão disponível para compensar variações no uso. Dessa forma, a potência de transmissão média é a metade da potência máxima (pico). No entanto, na presente invenção, uma vez que as transmissões de dados em alta velocidade são programadas e a potência tipicamente não é compartilhada (por exemplo, entre as transmissões), não é necessário um recuo da potência de transmissão máxima disponível.

É ainda outro objetivo da presente invenção aumentar a eficiência ao permitir que as estações base transmitam pacotes de dados a cada estação móvel durante um número variável de partições de tempo. A capacidade de transmitir de diferentes estações base de partição de tempo em partição de tempo permite que o sistema de comunicação de dados da presente invenção se adapte rapidamente às mudanças no ambiente de operação. Além disso, a capacidade de transmitir um pacote de dados através de partições de tempo não-contíguas é possível na presente invenção, devido ao uso de um número de sequência para identificar as unidades de dados dentro de um pacote de dados.

É ainda outro objetivo da presente invenção aumentar a flexibilidade por emissão dos pacotes de dados endereçados a uma estação móvel específica a partir de um controlador central para todas as estações base que são membros do conjunto ativo da estação móvel. Na presente invenção, a transmissão de dados pode ocorrer a partir de qualquer estação base no conjunto ativo da estação móvel em

cada partição de tempo. Uma vez que cada estação base compreende uma fila que contém os dados a serem transmitidos à estação móvel, uma transmissão em link direto eficiente pode ocorrer com um mínimo retardo de processamento.

É ainda outro objetivo da presente invenção prover um mecanismo de retransmissão para unidades de dados recebidas com erro. Na modalidade exemplar, cada pacote de dados compreende um número predeterminado de unidades de dados, com cada unidade de dados sendo identificada por um número de sequência. Na recepção incorreta de uma ou mais unidades de dados, a estação móvel envia uma confirmação negativa (NACK) através do canal de dados de link reverso indicando os números de sequência das unidades de dados faltosas para retransmissão a partir da estação base. A estação base recebe a mensagem NACK e pode retransmitir as unidades de dados recebidas com erro.

É ainda outro objetivo da presente invenção que a estação móvel selecione as melhores candidatas a estações base para comunicação com base no procedimento descrito no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/790,497, intitulado "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING SOFT HANDOFF IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM", depositado em 29 de janeiro de 1997, em nome da Requerente da presente invenção. Na modalidade exemplar, a estação base pode ser adicionada ao conjunto ativo da estação móvel se o sinal piloto recebido estiver acima de um limite de adição predeterminado e retirada do conjunto ativo se o sinal piloto recebido estiver abaixo de um limite inferior predeterminado. Na modalidade alternativa, a estação base pode ser adicionada ao conjunto ativo se a energia adicional da estação base (por exemplo, tal como medida através do sinal piloto) e a energia das estações base já no conjunto ativo exceder um limite predeterminado. Usando esta modalidade alternativa, uma estação base cuja energia transmitida compreende uma

quantidade não substancial da energia total recebida na estação móvel não é adicionada ao conjunto ativo.

É ainda outro objetivo da presente invenção que as estações móveis transmitam as solicitações de taxa de dados através do canal DRC de forma que somente a estação base selecionada dentre as estações base em comunicação com a estação móvel seja capaz de distinguir as mensagens DRC, assegurando portanto que a transmissão em link direto em qualquer partição de tempo seja efetuada a partir da estação base selecionada. Na modalidade exemplar, a cada estação base em comunicação com a estação móvel é designado um único código Walsh. A estação móvel cobre a mensagem DRC com o código Walsh correspondente à estação base selecionada. Outros códigos podem ser usados para cobrir as mensagens DRC, embora os códigos ortogonais sejam tipicamente utilizados e os códigos Walsh sejam preferidos.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

As características, objetivos e vantagens da presente invenção ficarão mais claros através da descrição detalhada apresentada a seguir, quando lida em conjunto com os desenhos, nos quais as mesmas referências numéricas identificam itens correspondentes e nos quais:

A Figura 1 é um diagrama de um sistema de comunicação de dados da presente invenção, compreendendo uma pluralidade de células, uma pluralidade de estações base e uma pluralidade de estações móveis;

A Figura 2 é um exemplo de diagrama de blocos dos subsistemas do sistema de comunicação de dados da presente invenção;

As Figuras 3A e 3B são diagramas de blocos de um exemplo da arquitetuta de link direto da presente invenção;

A Figura 4A é um diagrama de um exemplo da estrutura de quadro de link direto da presente invenção;

As Figuras 4B e 4C são diagramas de exemplos do canal de tráfego direto e do canal de controle de potência,

respectivamente;

A Figura 4D é um diagrama do pacote puncionado da presente invenção;

As Figuras 4E a 4G são diagramas de dois exemplos de formatos de pacotes de dados e da cápsula de canal de controle, respectivamente;

A Figura 5 é um exemplo de um diagrama de temporização, mostrando a transmissão de pacote de taxa elevada através do link direto;

A Figura 6 é um diagrama de blocos do exemplo da arquitetura de link reverso da presente invenção;

A Figura 7A é um diagrama de um exemplo da estrutura de quadro de link reverso da presente invenção;

A Figura 7B é um diagrama do exemplo do canal de acesso de link reverso;

A Figura 8 é um exemplo de diagrama de temporização mostrando a transmissão de dados de taxa elevada através do link reverso;

A Figura 9 é um exemplo de diagrama de estado mostrando as transições entre os vários estados de operação da estação móvel; e

A Figura 10 é um diagrama da função de distribuição cumulativa (CDF) da distribuição C/I em um layout celular hexagonal ideal.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

De acordo com uma modalidade exemplar do sistema de comunicação de dados da presente invenção, a transmissão de dados em link direto ocorre a partir de uma estação base para uma estação móvel (ver Figura 1) na, ou próximo à, taxa de dados máxima que pode ser suportada pelo link direto e pelo sistema. A comunicação de dados em link reverso pode ocorrer a partir de uma estação móvel para uma ou mais estações base. O cálculo da taxa de dados máxima para a transmissão em link direto é descrito em detalhes a seguir. Os dados são particionados em pacotes de dados, com

cada pacote de dados sendo transmitido através de uma ou mais partições de tempo (ou partições). Em cada partição de tempo, a estação base pode direcionar a transmissão de dados a qualquer estação móvel que esteja em comunicação com a estação base.

Inicialmente, a estação móvel estabelece a comunicação com uma estação base usando um procedimento de acesso predeterminado. Neste estado conectado, a estação móvel pode receber mensagens de dados e de controle provenientes da estação base, e é capaz de transmitir mensagens de dados e controle à estação base. A estação móvel então monitora o link direto quanto às transmissões a partir de estações base no conjunto ativo da estação móvel. O conjunto ativo contém uma listagem de estações base em comunicação com a estação móvel. Especificamente, a estação móvel mede a relação sinal/ruído e interferência (C/I) do piloto de link direto proveniente das estações base no conjunto ativo, tal como recebido na estação móvel. Caso o sinal piloto recebido esteja acima de um limite de adição predeterminado ou abaixo de um limite de retirada predeterminado, a estação móvel reporta tal fato para a estação base. Mensagens subsequentes provenientes da estação base direcionam a estação móvel a adicionar ou retirar a(s) estação(ões) base ao/do seu conjunto ativo, respectivamente. Os vários estados de operação da estação móvel são descritos mais adiante.

Se não houver dados a serem enviados, a estação móvel retorna a um estado ocioso (idle) e interrompe a transmissão de informações de taxa de dados para as estações base. Enquanto a estação móvel está no estado ocioso, a estação móvel monitora o canal de controle proveniente de uma ou mais estações base no conjunto ativo quanto às mensagens de alerta.

Caso existam dados a serem transmitidos para a estação móvel, os dados são enviados por um controlador

central para todas as estações base no conjunto ativo e armazenados em uma fila em cada estação base. Uma mensagem de alerta é a seguir enviada por uma ou mais estações base para a estação móvel nos respectivos canais de controle. A estação base pode transmitir todas estas mensagens de alerta ao mesmo tempo através de várias estações base, de modo a assegurar a recepção mesmo quando a estação móvel está em comutação entre as estações base. A estação móvel demodula e decodifica os sinais em um ou mais canais de controle para receber as mensagens de alerta.

Ao decodificar as mensagens de alerta, e para cada partição de tempo até que se complete a transmissão de dados, a estação móvel mede a C/I dos sinais de link direto provenientes das estações base no conjunto ativo, tal como recebidos na estação móvel. A C/I dos sinais de link direto pode ser obtida pela medição dos respectivos sinais piloto. A estação móvel a seguir seleciona a melhor estação base com base em um conjunto de parâmetros. O conjunto de parâmetros pode compreender as medições de C/I atual e anterior e a taxa de erro de bits ou taxa de erro de pacotes. Como exemplo, a melhor estação base pode ser selecionada com base na maior medição de C/I. A estação móvel a seguir identifica a melhor estação base e transmite para a estação base selecionada uma mensagem de solicitação de dados (a seguir denominada como a mensagem DRC) através do canal de solicitação de dados (a seguir denominado como o canal DRC). A mensagem DRC pode conter a taxa de dados solicitada ou, alternativamente, uma indicação da qualidade do canal de link direto (por exemplo, a própria medição C/I, a taxa de erro de bits, ou a taxa de erro de pacotes). Na modalidade exemplar, a estação móvel pode direcionar a transmissão da mensagem DRC para uma estação base específica pelo uso de um código Walsh que identifica de forma exclusiva a estação base. Os símbolos da mensagem DRC passam por OU-Exclusivo (XOR) com o código Walsh único. Uma

vez que cada estação base no conjunto ativo da estação móvel é identificada por um código Walsh único, somente a estação base selecionada que efetua a operação OU-Exclusiva idêntica à efetuada pela estação móvel, com o código Walsh correto, poderá decodificar corretamente a mensagem DRC. A estação base utiliza as informações de controle de taxa provenientes de cada estação móvel para transmitir eficientemente dados de link direto na taxa mais elevada possível.

Em cada partição de tempo, a estação base pode selecionar quaisquer dentre as estações móveis alertadas para transmissão de dados. A estação base então determina a taxa de dados em que deve transmitir os dados para a estação móvel selecionada com base no valor mais recente da mensagem DRC recebida proveniente da estação móvel. Adicionalmente, a estação base identifica exclusivamente uma transmissão para uma estação móvel específica pelo uso de um código de espalhamento que é exclusivo desta estação móvel. Na modalidade exemplar, tal código de espalhamento é o código de pseudo ruído (PN) longo que é definido pela norma IS-95.

A estação móvel, para a qual se destina o pacote de dados, recebe a transmissão de dados e decodifica o pacote de dados. Cada pacote de dados compreende uma pluralidade de unidades de dados. Na modalidade exemplar, uma unidade de dados compreende oito bits de informação, embora diferentes tamanhos de unidades de dados possam ser definidos e estejam dentro do escopo da presente invenção. Na modalidade exemplar, cada unidade de dados é associada com um número de sequencial e as estações móveis são capazes de identificar as transmissões faltosas ou duplicadas. Em tais casos, as estações móveis comunicam através do canal de dados de link reverso os números de sequência das unidades de dados faltosas. Os controladores da estação base, que recebem as mensagens de dados

provenientes das estações móveis, então indicam a todas as estações base que se comunicam com tal estação móvel específica quais as unidades de dados que não foram recebidas pela estação móvel. As estações base então programam uma retransmissão de tais unidades de dados.

Cada estação móvel no sistema de comunicação de dados pode se comunicar com múltiplas estações base no link reverso. Na modalidade exemplar, o sistema de comunicação de dados da presente invenção suporta soft handoff e softer handoff no link reverso por diversas razões. Em primeiro lugar, soft handoff não consome capacidade adicional no link reverso, mas sim permite que as estações móveis transmitam dados no nível de potência mínimo, de tal forma que pelo menos uma dentre as estações base possa decodificar os dados de forma confiável. Em segundo lugar, a recepção dos sinais de link reverso por mais estações base aumenta a confiabilidade da transmissão e requer apenas hardware adicionais nas estações base.

Na modalidade exemplar, a capacidade do link direto do sistema de transmissão de dados da presente invenção é determinada pelas solicitações de taxa das estações móveis. Ganhos adicionais na capacidade do link direto podem ser conseguidos pelo uso de antenas direcionais e/ou filtros espaciais adaptativos. Um exemplo de método e equipamento para prover transmissões direcionais é descrito no Pedido Co-pendente de Patente U.S. Nº de Série 08/575,049, intitulado "METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE TRANSMISSION DATA RATE IN A MULTI-USER COMMUNICATION SYSTEM", depositado em 20 de dezembro de 1995 e no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/925,521, intitulado "METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING ORTHOGONAL SPOT BEAMS, SECTORS AND PICOCELLS", depositado em 8 de setembro de 1997, ambos em nome da Requerente da presente invenção.

I. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Fazendo referência às Figuras, a Figura 1 representa o sistema de comunicação de dados exemplar da presente invenção, que compreende múltiplas células 2a-2g. Cada célula 2 é servida por uma estação base 4 correspondente. Várias estações móveis 6 são dispersas por todo o sistema de comunicação de dados. Na modalidade exemplar, cada uma das estações móveis 6 se comunica com no máximo uma estação base 4 através do link direto em cada partição de tempo, mas pode estar em comunicação com uma ou mais estações base 4 através do link reverso, dependendo se a estação móvel 6 está em soft handoff. Como exemplo, a estação base 4a transmite dados exclusivamente para a estação móvel 6a, a estação base 4b transmite dados exclusivamente para a estação móvel 6b e a estação base 4c transmite dados exclusivamente à estação móvel 6c através do link direto na partição de tempo n. Na Figura 1, a linha sólida com a seta indica uma transmissão de dados proveniente da estação base 4 para a estação móvel 6. Uma linha tracejada com a seta indica que a estação móvel 6 está recebendo o sinal piloto, porém nenhuma transmissão de dados, proveniente da estação base 4. A comunicação do link reverso não é mostrada na Figura 1 para maior simplicidade.

Como mostrado pela Figura 1, cada estação base 4 de preferência transmite dados para uma estação móvel 6 em um dado momento. As estações móveis 6, especialmente as localizadas próximo a um limite de célula, podem receber os sinais piloto provenientes de múltiplas estações base 4. Se o sinal piloto estiver acima de um limite predeterminado, a estação móvel 6 pode solicitar que a estação base 4 seja adicionada ao conjunto ativo da estação móvel 6. Na modalidade exemplar, a estação móvel 6 pode receber transmissões de dados de nenhum ou de um membro do conjunto ativo.

Um diagrama de blocos ilustrando os subsistemas básicos do sistema de comunicação de dados da presente

invenção é apresentado na Figura 2. O controlador de estação base 10 faz interface com a interface de rede de pacotes 24, PSTN 30 e todas as estações base 4 no sistema de comunicação de dados (somente uma estação base 4 é mostrada na Figura 2 para maior simplicidade). O controlador de estação base 10 coordena a comunicação entre as estações móveis 6 no sistema de comunicação de dados e outros usuários conectados à interface de rede de pacotes 24 e à PSTN 30. A PSTN 30 faz interface com usuários através da rede de telefonia padrão (não mostrada na Figura 2).

O controlador de estação base 10 contém vários elementos seletores 14, embora apenas um seja apresentado na Figura 2 para maior simplicidade. Um elemento seletor 14 é designado para controlar a comunicação entre uma ou mais estações base 4 e uma estação móvel 6. Se o elemento seletor 14 não tiver sido designado à estação móvel 6, o processador de controle de chamadas 16 é informado sobre a necessidade de alertar a estação móvel 6. O processador de controle de chamadas 16, então direciona a estação base 4 a alertar a estação móvel 6.

A fonte de dados 20 contém os dados que devem ser transmitidos para a estação móvel 6. A fonte de dados 20 provê os dados para a interface de rede de pacotes 24. A interface de rede de pacotes 24 recebe os dados e direciona os dados para o elemento seletor 14. O elemento seletor 14 envia os dados para cada estação base 4 em comunicação com a estação móvel 6. Cada estação base 4 mantém uma fila de dados 40 que contém os dados a serem transmitidos para a estação móvel 6.

Na modalidade exemplar, no link direto, um pacote de dados se refere a uma quantidade predeterminada de dados que é independente da taxa de dados. O pacote de dados é formatado com outros bits de controle e de codificação e codificado. Se a transmissão de dados ocorre através de

múltiplos canais Walsh, o pacote codificado é demultiplexado em fluxos paralelos, com cada fluxo sendo transmitido através de um canal Walsh.

Os dados são enviados, em pacotes de dados, a partir da fila de dados 40, para o elemento de canal 42. Para cada pacote de dados, o elemento de canal 42 insere os campos de controle necessários. O pacote de dados, campos de controle, bits de sequência de verificação de quadro e bits de terminação (tail bits) de código constituem um pacote formatado. O elemento de canal 42, então codifica um ou mais pacotes formatados e intercala (ou reordena) os símbolos dentro dos pacotes codificados. A seguir, o pacote intercalado é embaralhado com uma sequência de embaralhamento, coberto com coberturas Walsh e espalhado com o código PN longo e os códigos PN_I e PN_Q curtos. Os dados espalhados são modulados em quadratura, filtrados e amplificados por um transmissor dentro da unidade de RF 44. O sinal de link direto é transmitido através do ar por meio da antena 46 no link direto 50.

Na estação móvel 6, o sinal de link direto é recebido pela antena 60 e direcionado para um receptor dentro de um front-end 62. O receptor filtra, amplifica, demodula em quadratura e quantiza o sinal. O sinal digitalizado é provido ao demodulador (DEMOD) 64 onde o mesmo é desespalhado com o código PN longo e os códigos curtos PN_I e PN_Q, descoberto com as coberturas Walsh e desembaralhado com uma sequência de embaralhamento idêntica. Os dados demodulados são providos ao decodificador 66 que efetua o inverso das funções de processamento de sinal efetuadas na estação base 4, especificamente as funções de deintercalação, decodificação e verificação de quadros. Os dados decodificados são providos ao depósito de dados 68. O hardware, como foi acima descrito, suporta as transmissões de dados, troca de mensagens, voz, vídeo e outras comunicações através do link

direto.

As funções de controle e programação do sistema podem ser efetuadas por diversas implementações. A localização do programador de canal 48 depende de se um processamento de controle/programação centralizado ou distribuído é desejado. Como exemplo, para o processamento distribuído, o programador de canal 48 pode ser localizado dentro da estação base 4. Ao contrário, para o processo centralizado, o programador de canal 48 pode estar localizado dentro do controlador de estação base 10 e pode ser projetado para coordenar as transmissões de dados de múltiplas estações base 4. Outras implementações das funções acima descritas podem ser contempladas e estão dentro do escopo da presente invenção.

Como mostrado na Figura 1, as estações móveis 6 são dispersas por todo o sistema de comunicação de dados e podem estar em comunicação com nenhuma ou uma estação base 4 através do link direto. Na modalidade exemplar, o programador de canal 48 coordena as transmissões de dados em link direto de uma estação base 4. Na modalidade exemplar, o programador de canal 48 se conecta a uma fila de dados 40 e ao elemento de canal 42 dentro da estação base 4 e recebe o tamanho da fila, o qual é indicativo da quantidade de dados a ser transmitida à estação móvel 6, e as mensagens DRC provenientes das estações móveis 6. O programador de canal 48 programa a transmissão de dados em taxa elevada, tal que as metas de sistema quanto a taxa de transferência de dados máxima e retardo de transmissão mínimo sejam otimizados.

Na modalidade exemplar, a transmissão de dados é programada em parte com base na qualidade do link de comunicação. Um exemplo de sistema de comunicação que seleciona a taxa de transmissão com base na qualidade do link é descrito no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/741,320, intitulado "METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING

HIGH SPEED DATA COMMUNICATIONS IN A CELLULAR ENVIRONMENT", depositado em 11 de setembro de 1996, em nome da Requerente da presente invenção. Na presente invenção, a programação da comunicação de dados pode se basear em considerações adicionais tais como o GOS do usuário, o tamanho da fila, o tipo de dados, a quantidade de retardo já experimentado e a taxa de erros da transmissão de dados. Tais considerações são descritas em detalhes no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/798,951, intitulado "METHOD AND APPARATUS FOR FORWARD LINK RATE SCHEDULING", depositado em 11 de fevereiro de 1997, e no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/914,928, intitulado "METHOD AND APPARATUS FOR REVERSE LINK RATE SCHEDULING", depositado em 20 de agosto de 1997, ambos em nome da Requerente da presente invenção. Outros fatores podem ser considerados na programação de transmissões de dados e estão dentro do escopo da presente invenção.

O sistema de comunicação de dados da presente invenção suporta as transmissões de dados e mensagens através do link reverso. Dentro da estação móvel 6, o controlador 76 processa a transmissão de dados ou mensagens direcionando os dados ou mensagens ao codificador 72. O controlador 76 pode ser implementado em um microcontrolador, um microprocessador, um chip de processamento de sinal digital (DSP), ou um ASIC programado para efetuar a função tal como foi aqui descrito.

Na modalidade exemplar, o codificador 72 codifica a mensagem de forma consistente com o formato de dados de sinalização Blank & Burst (Branco e Rajada) descrito na Patente U.S. Nº 5,504,773 acima mencionada. O codificador 72 então gera e anexa um conjunto de bits CRC, anexa um conjunto de bit de terminação de código , codifica os dados e bits anexados e reordena os símbolos dentro dos dados codificados. Os dados intercalados são providos ao modulador (MOD) 74.

O modulador 74 pode ser implementado em várias modalidades. Na modalidade exemplar (ver Figura 6), os dados intercalados são cobertos com códigos Walsh, espalhados com um código PN longo e adicionalmente espalhados com os códigos PN curtos. Os dados espalhados são providos a um transmissor dentro do front-end 62. O transmissor modula, filtra, amplifica e transmite o sinal de link reverso através do ar, por meio da antena 46, no link reverso 52.

Na modalidade exemplar, a estação móvel 6 espalha os dados de link reverso de acordo com um código PN longo. Cada canal de link reverso é definido de acordo com o deslocamento (offset) temporal de uma sequência PN longa comum. Com dois deslocamentos diferentes, as sequências de modulação resultantes não são correlacionadas. O deslocamento de uma estação móvel 6 é determinado de acordo com uma identificação numérica única da estação móvel 6 que, na modalidade exemplar das estações móveis 6 IS-95 é o número de identificação específico da estação móvel. Dessa forma, cada estação móvel 6 transmite em um canal de link reverso não correlacionado, determinado de acordo com o seu número de série eletrônico exclusivo.

Na estação base 4, o sinal de link reverso é recebido pela antena 46 e provido à unidade de RF 44. A unidade de RF 44 filtra, amplifica, demodula e quantiza o sinal e provê o sinal digitalizado ao elemento de canal 42. O elemento de canal 42 desespalha o sinal digitalizado com os códigos PN curtos e o código PN longo. O elemento de canal 42 também efetua a descobertura do código Walsh e a extração do piloto e DRC. O elemento de canal 42, então reordena os dados demodulados, decodifica os dados deintercalados e efetua a função de verificação CRC. Os dados decodificados, por exemplo os dados ou mensagem, são providos ao elemento seletor 14. O elemento seletor 14 direciona os dados e a mensagem para o destino apropriado.

O elemento de canal 42 pode também emitir um indicador de qualidade para o elemento seletor 14 indicativo da condição do pacote de dados recebido.

Na modalidade exemplar, a estação móvel 6 pode estar em um dentre três estados de operação. Um exemplo de diagrama de estado que mostra as transições entre os vários estados de operação da estação móvel 6 é apresentado na Figura 9. No estado de acesso 902, a estação móvel 6 envia sondas (probes) de acesso e aguarda a atribuição de canal pela estação base 4. A atribuição de canal compreende a alocação de recursos, tal como um canal de controle de potência e alocação de frequência. A estação móvel 6 pode transitar do estado de acesso 902 para o estado conectado 904 caso a estação móvel 6 seja alertada e avisada quanto à chegada de uma transmissão de dados, ou se a estação móvel 6 transmite dados através do link reverso. No estado conectado 904, a estação móvel 6 troca (por exemplo, transmite ou recebe) dados e efetua as operações de handoff. Ao finalizar o procedimento de liberação, a estação móvel 6 transita do estado conectado 904 para o estado ocioso 906. A estação móvel 6 pode também transitar do estado de acesso 902 para o estado ocioso 906 ao ser rejeitada uma conexão com a estação base 4. No estado ocioso 906, a estação móvel 6 escuta as mensagens de overhead e alerta (paging) pela recepção e decodificação de mensagens no canal de controle direto e efetua o procedimento de handoff ocioso. A estação móvel 6 pode transitar para o estado de acesso 902 pela inicialização do procedimento. O diagrama de estado apresentado na Figura 9 é apenas uma definição de estado exemplar, que é mostrado para ilustração. Outros diagramas de estado podem também ser utilizados e estão dentro do escopo da presente invenção.

II. TRANSMISSÃO DE DADOS EM LINK DIRETO

Na modalidade exemplar, a iniciação de uma

comunicação entre a estação móvel 6 e a estação base 4 ocorre de forma similar a do sistema CDMA. Após a finalização do estabelecimento da chamada, a estação móvel 6 monitora o canal de controle quanto as mensagens de alerta. Quando no estado conectado, a estação móvel 6 começa a transmissão do sinal piloto através do link reverso.

Um exemplo de fluxograma de transmissão de dados em taxa elevada em link direto da presente invenção é apresentado na Figura 5. Se a estação base 4 possui dados para transmissão à estação móvel 6, a estação base 4 envia uma mensagem de alerta endereçada à estação móvel 6 no canal de controle no bloco 502. A mensagem de alerta pode ser enviada a partir de uma ou de múltiplas estações base 4, dependendo do estado de handoff da estação móvel 6. Na recepção da mensagem de alerta, a estação móvel 6 inicia o processo de medição C/I no bloco 504. A C/I do sinal de link direto é calculada a partir de um ou de uma combinação de métodos descritos a seguir. A estação móvel 6 então seleciona uma taxa de dados solicitada com base na melhor medição C/I e transmite uma mensagem DRC através do canal DRC no bloco 506.

Dentro da mesma partição de tempo, a estação base 4 recebe a mensagem DRC no bloco 508. Caso a próxima partição de tempo esteja disponível para a transmissão de dados, a estação base 4 transmite os dados para a estação móvel 6 na taxa de dados solicitada no bloco 510. A estação móvel 6 recebe a transmissão de dados no bloco 512. Se a próxima partição de tempo estiver disponível, a estação base 4 transmite o restante do pacote no bloco 514 e a estação móvel 6 recebe a transmissão de dados no bloco 516.

Na presente invenção, a estação móvel 6 pode estar em comunicação com uma ou mais estações base 4, simultaneamente. As ações tomadas pela estação móvel 6 dependem de se a estação móvel 6 está ou não em soft

handoff. Estes dois casos são descritos separadamente a seguir.

III. CASO DE NÃO-HANDOFF

No caso de não-handoff, a estação móvel 6 se comunica com uma estação base 4. Fazendo referência à Figura 2, os dados destinados para uma estação móvel 6 específica são providos ao elemento seletor 14 que foi designado para controlar a comunicação com tal estação móvel 6. O elemento seletor 14 emite os dados à fila de dados 40 no interior da estação base 4. A estação base 4 enfileira os dados e transmite uma mensagem de alerta através do canal de controle. A estação base 4, então monitora o canal DRC de link reverso para as mensagens DRC provenientes da estação móvel 6. Se nenhum sinal for detectado no canal DRC, a estação base 4 pode retransmitir a mensagem de alerta até que a mensagem DRC seja detectada. Após um número predeterminado de tentativas de retransmissão, a estação base 4 pode finalizar o processo ou reiniciar uma chamada com a estação móvel 6.

Na modalidade exemplar, a estação móvel 6 transmite a taxa de dados solicitada, na forma de uma mensagem DRC, para a estação base 4 através do canal DRC. Na modalidade alternativa, a estação móvel 6 transmite uma indicação da qualidade do canal de link direto (por exemplo, a medição C/I) para a estação base 4. Na modalidade exemplar, a mensagem DRC de 3 bits é decodificada com decisões suaves pela estação base 4. Na modalidade exemplar, a mensagem é transmitida dentro da primeira metade de cada partição de tempo. A estação base 4 então possui a metade restante da partição de tempo para decodificar a mensagem DRC e configurar o hardware para a transmissão de dados na próxima partição de tempo sucessiva, se tal partição de tempo estiver disponível para a transmissão de dados para a estação móvel 6. Se a próxima partição de tempo sucessiva não estiver disponível, a

estação base 4 aguarda a próxima partição de tempo disponível e continua a monitorar o canal DRC quanto às novas mensagens DRC.

Na primeira modalidade, a estação base 4 transmite na taxa de dados solicitada. Esta modalidade confere à estação móvel 6 a importante decisão de selecionar a taxa de dados. O fato de sempre transmitir na taxa de dados solicitada possui a vantagem de que a estação móvel 6 sabe qual taxa de dados esperar. Dessa forma, a estação móvel 6 somente demodula e decodifica o canal de tráfego de acordo com a taxa de dados solicitada. A estação base 4 não tem que transmitir uma mensagem à estação móvel 6 indicando qual taxa de dados está sendo usada pela estação base 4.

Na primeira modalidade, após a recepção da mensagem de alerta, a estação móvel 6 tenta continuamente demodular os dados na taxa de dados solicitada. A estação móvel 6 demodula o canal de tráfego direto e provê os símbolos de decisão suave ao decodificador. O decodificador decodifica os símbolos e efetua a verificação de quadros sobre o pacote decodificado para determinar se o pacote foi recebido corretamente. Se o pacote foi recebido com erro, ou se o pacote foi direcionado para outra estação móvel 6, a verificação de quadros indicaria um erro de pacote. Alternativamente na primeira modalidade, a estação móvel 6 demodula os dados em uma base partição por partição. Na modalidade exemplar, a estação móvel 6 é capaz de determinar se uma transmissão de dados é direcionada para ela com base no preâmbulo que é incorporado em cada pacote de dados transmitido, tal como descrito a seguir. Dessa forma, a estação móvel 6 pode finalizar o processo de decodificação se for determinado que a transmissão é direcionada para outra estação móvel 6. Em qualquer dos casos, a estação móvel 6 transmite uma mensagem de confirmação negativa (NACK) para a estação base 4 para

confirmar a recepção incorreta das unidades de dados. Quando da recepção da mensagem NACK, as unidades de dados recebidas com erro são retransmitidas.

A transmissão das mensagens NACK pode ser implementada de forma similar à transmissão do bit indicador de erros (EIB) no sistema CDMA. A implementação e uso da transmissão do EIB são descritos na Patente U.S. Nº 5,568,483, intitulada "METHOD AND APPARATUS FOR THE FORMATTING OF DATA FOR TRANSMISSION", em nome da Requerente da presente invenção. Alternativamente, a NACK pode ser transmitida com as mensagens.

Na segunda modalidade, a taxa de dados é determinada pela estação base 4 com entrada proveniente da estação móvel 6. A estação móvel 6 efetua a medição C/I e transmite uma indicação da qualidade do link (por exemplo, a medição C/I) para a estação base 4. A estação base 4 pode ajustar a taxa de dados solicitada com base nos recursos disponíveis para a estação base 4, tais como o tamanho da fila e a potência de transmissão disponível. A taxa de dados ajustada pode ser transmitida para a estação móvel 6 antes ou concomitantemente com a transmissão de dados na taxa de dados ajustada, ou pode estar implícita na codificação dos pacotes de dados. No primeiro caso, em que a estação móvel 6 recebe a taxa de dados ajustada antes da transmissão de dados, a estação móvel 6 demodula e decodifica o pacote recebido da maneira descrita na primeira modalidade. No segundo caso, em que a taxa de dados ajustada é transmitida para a estação móvel 6 concomitantemente com a transmissão de dados, a estação móvel 6 pode demodular o canal de tráfego direto e armazenar os dados demodulados. Quando da recepção da taxa de dados ajustada, a estação móvel 6 decodifica os dados de acordo com a taxa de dados ajustada. E, no terceiro caso, em que a taxa de dados ajustada está implícita nos pacotes de dados codificados, a estação móvel 6 demodula e

decodifica todas as taxas candidatas e determina *a posteriori* a taxa de transmissão para seleção dos dados decodificados. O método e o equipamento para efetuar determinação da taxa são descritos em detalhes no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/730,863, intitulado "METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE RATE OF RECEIVED DATA IN A VARIABLE RATE COMMUNICATION SYSTEM", depositado em 18 de outubro de 1996, e no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/908,866, também intitulado "METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE RATE OF RECEIVED DATA IN A VARIABLE RATE COMMUNICATION SYSTEM", depositado em 8 de agosto de 1997, ambos em nome da Requerente da presente invenção. Para todos os casos acima descritos, a estação móvel 6 transmite uma mensagem NACK tal como acima descrito se o resultado da verificação de quadro for negativo.

A descrição que se segue é baseada na primeira modalidade, em que a estação móvel 6 transmite à estação base 4 a mensagem DRC indicativa da taxa de dados solicitada, exceto indicado caso contrário. No entanto, o conceito inventivo aqui descrito pode ser igualmente aplicável à segunda modalidade em que a estação móvel 6 transmite uma indicação da qualidade do link à estação base 4.

IV. CASO DE HANDOFF

No caso de handoff, a estação móvel 6 se comunica com múltiplas estações base 4 através do link reverso. Na modalidade exemplar, a transmissão de dados em link direto para uma estação móvel 6 específica ocorre a partir de uma estação base 4. No entanto, a estação móvel 6 pode simultaneamente receber os sinais piloto provenientes de múltiplas estações base 4. Caso a medição C/I de uma estação base 4 esteja acima de um limite predeterminado, a estação base 4 é adicionada ao conjunto ativo da estação móvel 6. Durante a mensagem de direcionamento de soft handoff, a nova estação base 4 atribui a estação móvel 6 a um canal Walsh de controle de potência reverso (RPC) o qual

é descrito a seguir. Cada estação base 4 em soft handoff com a estação móvel 6 monitora a transmissão de link reverso e envia um bit RPC em seus respectivos canais Walsh RPC.

Fazendo referência à Figura 2, o elemento seletor 14 designado para controlar a comunicação com a estação móvel 6 emite os dados para todas as estações base 4 no conjunto ativo da estação móvel 6. Todas as estações base 4 que recebem dados provenientes do elemento seletor 14 transmitem uma mensagem de alerta à estação móvel 6 em seus respectivos canais de controle. Quando a estação móvel 6 está no estado conectado, a estação móvel 6 efetua duas funções. Na primeira, a estação móvel 6 seleciona a melhor estação base 4 com base em um conjunto de parâmetros que pode ser a melhor medição C/I. A estação móvel 6 a seguir seleciona uma taxa de dados correspondente à medição C/I e transmite uma mensagem DRC à estação base 4 selecionada. A estação móvel 6 pode direcionar a transmissão da mensagem DRC a uma estação base 4 específica pela cobertura da mensagem DRC com a cobertura Walsh designada à estação base 4 específica. Na segunda, a estação móvel 6 tenta demodular o sinal de link direto de acordo com a taxa de dados solicitada em cada partição de tempo subsequente.

Após a transmissão das mensagens de alerta, todas as estações base 4 no conjunto ativo monitoram o canal DRC quanto a uma mensagem DRC proveniente da estação móvel 6. Novamente, devido ao fato da mensagem DRC estar coberta com um código Walsh, a estação base 4 selecionada designada com a cobertura Walsh idêntica é capaz de realizar descobertura da mensagem DRC. Ao receber a mensagem DRC, a estação base 4 selecionada transmite dados à estação móvel 6 nas próximas partições de tempo disponíveis.

Na modalidade exemplar, a estação base 4 transmite dados em pacotes compreendendo uma pluralidade de unidades de dados na taxa de dados solicitada para a

estação móvel 6. Caso as unidades de dados sejam incorretamente recebidas pela estação móvel 6, uma mensagem NACK é transmitida nos links reverso para todas as estações base 4 no conjunto ativo. Na modalidade exemplar, a mensagem NACK é demodulada e decodificada pelas estações base 4 e emitida ao elemento seletor 14 para processamento. Quando do processamento da mensagem NACK, as unidades de dados são retransmitidas usando-se o procedimento tal como foi acima descrito. Na modalidade exemplar, o elemento seletor 14 combina os sinais NACK recebidos provenientes de todas as estações base 4 em uma mensagem NACK e envia a mensagem NACK para todas as estações base 4 no conjunto ativo.

Na modalidade exemplar, a estação móvel 6 pode detectar mudanças na melhor medição C/I e solicitar dinamicamente transmissões de dados a partir de diferentes estações base 4 em cada partição de tempo para melhorar a eficiência. Na modalidade exemplar, uma vez que a transmissão de dados ocorre a partir de apenas uma estação base 4 em qualquer partição de tempo, outras estações base 4 no conjunto ativo podem não ser informadas de quais unidades de dados, caso existam, foram transmitidas para a estação móvel 6. Na modalidade exemplar, a estação base 4 transmissora informa ao elemento seletor 14 sobre a transmissão de dados. O elemento seletor 14 a seguir envia uma mensagem para todas as estações base no conjunto ativo. Na modalidade exemplar, presume-se que os dados transmitidos foram corretamente recebidos pela estação móvel 6. Portanto, caso a estação móvel 6 solicite a transmissão de dados a partir de uma estação base 4 diferente no conjunto ativo, a nova estação base 4 transmite as unidades de dados restantes. Na modalidade exemplar, a nova estação base 4 transmite de acordo com a última atualização de transmissão a partir do elemento seletor 14. Alternativamente, a nova estação base 4

seleciona as próximas unidades de dados para transmitir usando esquemas preditivos baseados em métricas tais como a taxa de transmissão média e atualizações anteriores provenientes do elemento seletor 14. Tais mecanismos minimizam as retransmissões duplicadas das mesmas unidades de dados por múltiplas estações base 4 em diferentes partições de tempo, o que resulta em uma perda de eficiência. Caso uma transmissão anterior tenha sido recebida com erro, as estações base 4 podem retransmitir aquelas unidades de dados fora de sequência, uma vez que cada unidade de dados é identificada por um número de sequência exclusivo, tal como descrito a seguir. Na modalidade exemplar, caso um "buraco" (ou unidades de dados não transmitidas) seja criado (por exemplo, como resultado do handoff entre uma estação base 4 para outra estação base 4), as unidades de dados faltosas são consideradas como tendo sido recebidas com erro. A estação móvel 6 transmite mensagens NACK correspondentes às unidades de dados faltosas e estas unidades de dados são retransmitidas.

Na modalidade exemplar, cada estação base 4 no conjunto ativo mantém uma fila de dados 40 independente, a qual contém os dados a serem transmitidos à estação móvel 6. A estação base 4 selecionada transmite os dados existentes em sua fila de dados 40 em uma ordem sequencial, exceto por retransmissões de unidades de dados recebidas nas mensagens de sinalização e erro. Na modalidade exemplar, as unidades de dados transmitidas são apagadas da fila 40 após a transmissão.

V. OUTRAS CONSIDERAÇÕES QUANTO A TRANSMISSÕES DE DADOS EM LINK DIRETO

Uma importante consideração no sistema de comunicação de dados da presente invenção é a precisão das estimativas C/I com o propósito de selecionar a taxa de dados para futuras transmissões. Na modalidade exemplar, as medições C/I são realizadas nos sinais piloto durante o

intervalo de tempo em que as estações base 4 transmitem os sinais piloto. Na modalidade exemplar, uma vez que somente os sinais piloto são transmitidos durante tal intervalo de tempo piloto, os efeitos de multipercurso (multipath) e interferência são mínimos.

Em outras implementações da presente invenção em que os sinais piloto são transmitidos continuamente através de um canal de código ortogonal, de forma similar a dos sistemas IS-95, o efeito de multipercurso e interferência pode distorcer as medições C/I. De forma similar, ao executar a medição C/I nas transmissões de dados em lugar dos sinais piloto, multipercurso e interferência podem também degradar as medições C/I. Em ambos os casos, quando uma estação base 4 está transmitindo para uma estação móvel 6, a estação móvel 6 é capaz de medir exatamente a C/I do sinal de link direto pois nenhum outro sinal de interferência está presente. No entanto, quando a estação móvel 6 está em soft handoff e recebe os sinais piloto provenientes de múltiplas estações base 4, a estação móvel 6 não é capaz de discernir se as estações base 4 estavam ou não transmitindo dados. Na pior das hipóteses, a estação móvel 6 pode medir uma C/I elevada em uma primeira partição de tempo, quando nenhuma estação base 4 estava transmitindo dados para qualquer estação móvel 6, e receber a transmissão de dados em uma segunda partição de tempo, quando todas as estações base 4 estavam transmitindo dados na mesma partição de tempo. A medição C/I na primeira partição de tempo, quando todas as estações base 4 estão ociosas, dá uma indicação falsa da qualidade do sinal de link direto na segunda partição de tempo, uma vez que o status do sistema de comunicação de dados se modificou. Na realidade, a C/I real na segunda partição de tempo pode ser degradada até o ponto em que não é possível uma decodificação confiável na taxa de dados solicitada.

O cenário extremo contrário ocorre quando uma

estimativa de C/I pela estação móvel 6 é baseada em uma interferência máxima. No entanto, a transmissão real ocorre quando somente a estação base selecionada estiver transmitindo. Neste caso, a estimativa de C/I e a taxa de dados selecionada são conservadoras e a transmissão ocorre a uma taxa mais baixa do que aquela que poderia ser decodificada com confiança, dessa forma reduzindo a eficiência de transmissão.

Na implementação em que a medição C/I é efetuada em um sinal piloto contínuo ou sinal de tráfego, a predição da C/I na segunda partição de tempo com base na medição da C/I na primeira partição de tempo pode ser tornada mais precisa pelas três modalidades. Na primeira modalidade, as transmissões de dados provenientes das estações base 4 são controladas de forma que as estações base 4 não fiquem constantemente alternando (toggle) entre os estados de transmissão e ocioso em partições de tempo sucessivas. Isto pode ser conseguido enfileirando-se dados suficientes (por exemplo, um número predeterminado de bits de informação) antes da transmissão de dados real para estações móveis 6.

Na segunda modalidade, cada estação base 4 transmite um bit de atividade direto (a seguir designado como o bit FAC) que indica se uma transmissão ocorrerá no próximo meio quadro. O uso do bit FAC será descrito em detalhes mais adiante. A estação móvel 6 efetua a medição C/I levando em consideração o bit FAC recebido proveniente de cada estação base 4.

Na terceira modalidade, que corresponde ao esquema em que uma indicação da qualidade do link é transmitida à estação base 4 e que utiliza um esquema de programação centralizado, as informações de programação indicando quais dentre as estações base 4 transmitiram dados em cada partição de tempo, são tornadas disponíveis para o programador de canal 48. O programador de canal 48 recebe as medições C/I provenientes das estações móveis 6 e

pode ajustar as medições C/I com base em seu conhecimento da presença ou ausência de transmissão de dados a partir de cada estação base 4 no sistema de comunicações de dados. Como exemplo, a estação móvel 6 pode medir a C/I na primeira partição de tempo quando nenhuma estação base 4 adjacente está transmitindo. A C/I medida é provida ao programador de canal 48. O programador de canal 48 sabe que nenhuma das estações base 4 adjacentes transmitiu dados na primeira partição de tempo, uma vez que nenhuma foi programada pelo programador de canal 48. Ao programar a transmissão de dados na segunda partição de tempo, o programador de canal 48 sabe se uma ou mais estações base 4 adjacentes irá transmitir dados. O programador de canal 48 pode ajustar a C/I medida na primeira partição de tempo levando em consideração a interferência adicional que a estação móvel 6 irá receber na segunda partição de tempo devido às transmissões de dados pelas estações base 4 adjacentes. Alternativamente, caso a C/I seja medida na primeira partição de tempo quando as estações base 4 adjacentes estão transmitindo e tais estações base 4 adjacentes não estiverem transmitindo na segunda partição de tempo, o programador de canal 48 pode ajustar a medição C/I levando em consideração as informações adicionais.

Outra consideração importante é a de minimizar as retransmissões redundantes. As retransmissões redundantes podem resultar da permissão para que a estação móvel 6 selecione transmissões de dados provenientes de diferentes estações base 4 em partições de tempo sucessivas. A melhor medição C/I pode alternar entre duas ou mais estações base 4 durante sucessivas partições de tempo caso a estação móvel 6 meça C/I aproximadamente iguais para tais estações base 4. A alternância pode ser devida a desvios nas medições C/I e/ou mudanças na condição do canal. A transmissão de dados por diferentes estações base 4 em partições de tempo sucessivas pode resultar em uma perda de

eficiência.

O problema da alternância pode ser atacado pelo uso de histerese. A histerese pode ser implementada com um esquema de nível de sinal, um esquema de temporização, ou uma combinação dos esquemas de nível de sinal e temporização. No esquema exemplar de nível de sinal, a melhor medição C/I de uma estação base 4 diferente no conjunto ativo não é selecionada, a menos que esta supere a medição C/I da estação base 4 que está transmitindo no momento por ao menos a quantidade de histerese. Como exemplo, presume-se que a histerese seja de 1,0 dB e que a medição C/I da primeira estação base 4 seja de 3,5 dB e a medição C/I da segunda estação base 4 seja de 3,0 dB na primeira partição de tempo. Na próxima partição de tempo, a segunda estação base 4 não é selecionada a menos que sua medição C/I seja pelo menos 1,0 dB mais elevada que a da primeira estação base 4. Dessa forma, se a medição C/I da primeira estação base 4 for ainda 3,5 dB na próxima partição de tempo, a segunda estação base 4 não é selecionada a menos que sua medição C/I seja de pelo menos 4,5 dB.

No esquema de temporização exemplar, a estação base 4 transmite pacotes de dados à estação móvel 6 por um número predeterminado de partições de tempo. Não é permitido que a estação móvel 6 selecione uma estação base 4 transmissora diferente dentro do número predeterminado de partições de tempo. A estação móvel 6 continua a medir a C/I da estação base 4 atualmente transmitindo em cada partição de tempo e seleciona a taxa de dados em resposta à medição C/I.

Ainda outra consideração importante é a eficiência da transmissão de dados. Fazendo referência às Figuras 4E e 4F, cada formato de pacote de dados 410 e 430 contém dados e bits de overhead. Na modalidade exemplar, o número de bits de overhead é fixo para todas as taxas de

dados. Na taxa de dados mais elevada, o percentual de overhead é pequeno em relação ao tamanho do pacote e a eficiência é elevada. Nas taxas de dados mais baixas, os bits de overhead podem compreender um percentual maior do pacote. A ineficiência nas taxas de dados mais baixas pode ser melhorada pela transmissão de pacotes de dados de comprimento variável para a estação móvel 6. Os pacotes de dados de comprimento variável podem ser particionados e transmitidos à estação móvel 6 através de múltiplas partições de tempo. De preferência, os pacotes de dados de comprimento variável são transmitidos à estação móvel 6 durante sucessivas partições de tempo para simplificar o processamento. A presente invenção é direcionada ao uso de vários tamanhos de pacotes para as várias taxas de dados suportadas para melhorar a eficiência geral de transmissão.

VI. ARQUITETURA DE LINK DIRETO

Na modalidade exemplar, a estação base 4 transmite na potência máxima disponível para a estação base 4 e na taxa de dados máxima suportada pelo sistema de comunicação de dados para uma única estação móvel 6 em qualquer dada partição. A taxa de dados máxima que pode ser suportada é dinâmica e depende da C/I do sinal de link direto como medido pela estação móvel 6. De preferência, a estação base 4 transmite para apenas uma estação móvel 6 em qualquer dada partição de tempo.

Para facilitar a transmissão de dados, o link direto compreende quatro canais multiplexados no tempo: o canal piloto, o canal de controle de potência, o canal de controle e o canal de tráfego. A função e a implementação de cada um destes canais serão descritas a seguir. Na modalidade exemplar, os canais de tráfego e de controle de potência compreendem, cada um, um número de canais Walsh ortogonalmente espalhados. Na presente invenção, o canal de tráfego é usado para a transmissão de dados de tráfego e mensagens de alerta para as estações móveis 6. Quando usado

para a transmissão de mensagens de alerta, o canal de tráfego é também denominado como o canal de controle no presente relatório descritivo.

Na modalidade exemplar, a largura de banda do link direto é selecionada como sendo de 1,2288 MHz. Tal seleção de largura de banda permite o uso de componentes de hardware existentes projetados para um sistema CDMA que se conforma à norma IS-95. No entanto, o sistema de comunicação de dados da presente invenção pode ser adotado para uso com diferentes larguras de banda para melhorar capacidade e/ou conformar às exigências do sistema. Como exemplo, uma largura de banda de 5 MHz pode ser utilizada para aumentar a capacidade. Ademais, as larguras de banda do link direto e do link reverso podem ser diferentes (por exemplo, largura de banda de 5 MHz no link direto e 1,2288 MHz no link reverso) para melhor adequar a capacidade do link à demanda.

Na modalidade exemplar, os códigos PN_I e PN_Q curtos possuem o mesmo comprimento dos códigos PN 2^{15} que são especificados pela norma IS-95. Na taxa de chips de 1,2288 MHz, as sequências PN curtas se repetem a cada 26,67 ms {26,67 ms = $2^{15}/1,2288x10^6$}. Na modalidade exemplar, os mesmos códigos PN curtos são usados por todas as estações base 4 dentro do sistema de comunicação de dados. No entanto, cada estação base 4 é identificada por um único deslocamento das sequências PN curtas básicas. Na modalidade exemplar, o deslocamento é em incremento de 64 chips. Outras larguras de banda e códigos PN podem ser utilizados e estão dentro do escopo da presente invenção.

VII. CANAL DE TRÁFEGO DE LINK DIRETO

Na Figura 3A é apresentado um diagrama de blocos da arquitetura de link direto exemplar da presente invenção. Os dados são particionados em pacotes de dados e providos ao codificador CRC 112. Para cada pacote de dados, o codificador CRC 112 gera os bits de verificação de quadro

(por exemplo, os bits de paridade CRC) e insere os bits de terminação de código (code tail bits). O pacote formatado do codificador CRC 112 compreende os dados, os bits de verificação de quadro e de terminação de código e, outros bits de overhead que serão descritos mais adiante. O pacote formatado é provido ao codificador 114 que, na modalidade exemplar, codifica o pacote de acordo com o formato de codificação descrito no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/743,688 acima mencionado. Outros formatos de codificação podem também ser usados e estão dentro do escopo da presente invenção. O pacote codificado proveniente do codificador 114 é provido ao intercalador 116, que reordena os símbolos de código no pacote. O pacote intercalado é provido ao elemento de puncionamento de quadro 118 que remove uma fração do pacote da forma descrita a seguir. O pacote puncionado é provido ao multiplicador 120, que embaralha os dados com a sequência de embaralhamento do embaralhador 122. O elemento de puncionamento 118 e o embaralhador 122 serão descritos em detalhes mais adiante. A saída do multiplicador 120 compreende o pacote embaralhado.

O pacote embaralhado é provido ao controlador de taxa variável 130 que demultiplexa o pacote em K canais paralelos em fase e em quadratura, em que K depende da taxa de dados. Na modalidade exemplar, o pacote embaralhado é primeiramente demultiplexado nos fluxos em fase (I) e em quadratura (Q). Na modalidade exemplar, o fluxo I compreende símbolos indexados pares e o fluxo Q compreende os símbolos indexados ímpares. Cada fluxo é adicionalmente demultiplexado em K canais paralelos, de tal forma que a taxa de símbolos de cada canal seja fixada para todas as taxas de dados. Os canais K de cada fluxo são providos ao elemento de cobertura Walsh 132, que cobre cada canal com uma função Walsh para prover os canais ortogonais. Os dados de canais ortogonais são providos ao elemento de ganho 134

que escalona os dados para manter uma energia total por chip constante (e portanto, uma potência de saída constante) para todas as taxas de dados. Os dados escalonados provenientes do elemento de ganho 134 são providos ao multiplexador (MUX) 160 que multiplexa os dados com o preâmbulo. O preâmbulo é comentado em detalhes mais adiante. A saída do MUX 160 é provida ao multiplexador (MUX) 162 que multiplexa os dados de tráfego, os bits de controle de potência e os dados piloto. A saída do MUX 162 compreende os canais Walsh I e os canais Walsh Q.

Um diagrama de blocos do modulador exemplar usado para modular os dados é ilustrado na Figura 3B. Os canais Walsh I e os canais Walsh Q são providos aos somadores 212a e 212b, respectivamente, que somam os K canais Walsh para prover os sinais I_{soma} e Q_{soma}, respectivamente. Os sinais I_{soma} e Q_{soma} são providos ao multiplicador complexo 214. O multiplicador complexo 214 também recebe os sinais PN_I e PN_Q provenientes dos multiplicadores 236a e 236b, respectivamente, e multiplica as duas entradas complexas de acordo com a seguinte equação:

$$\begin{aligned}(I_{mult} + jQ_{mult}) &= (I_{soma} + jQ_{soma}) \bullet (PN_I + jPN_Q) \\ &= (I_{soma} \bullet PN_I - Q_{soma} \bullet PN_Q) + j(I_{soma} \bullet PN_Q + Q_{soma} \bullet PN_I)\end{aligned} \quad (2)$$

em que I_{mult} e Q_{mutl} são as saídas do multiplicador complexo 214 e j é a representação complexa. Os sinais I_{mult} e Q_{mult} são providos aos filtros 216a e 216b, respectivamente, que filtram os sinais. Os sinais filtrados provenientes dos filtros 216a e 216b são providos aos multiplicadores 218a e 218b, respectivamente, que multiplicam os sinais pela senóide em fase $COS(w_c t)$ e pela senóide em quadratura $SEN(w_c t)$, respectivamente. Os sinais modulados I e modulados Q são providos ao somador 220 que soma os sinais para prover a forma de onda modulada direta $S(t)$.

Na modalidade exemplar, o pacote de dados é espalhado com o código PN longo e os códigos PN curtos. O código PN longo embaralha o pacote de tal forma que somente a estação móvel 6 para a qual o pacote é destinado é capaz de desembaralhar o pacote. Na modalidade exemplar, os bits piloto e de controle de potência e o pacote de canal de controle são espalhados com os códigos PN curtos, porém não com o código PN longo, para permitir que todas as estações móveis 6 recebam tais bits. A sequência PN longa é gerada pelo gerador de código longo 232 e provida ao multiplexador (MUX) 234. A máscara PN longa determina o deslocamento da sequência PN longa e é atribuída exclusivamente à estação móvel 6 de destino. A saída do MUX 234 é a sequência PN longa durante a porção de dados da transmissão e zero em caso contrário (por exemplo, durante o piloto e a porção de controle de potência). A sequência PN longa chaveada (gated) proveniente do MUX 234 e as sequências curtas PN_I e PN_Q provenientes do gerador de código curto 238 são providas aos multiplicadores 236a e 236b, respectivamente, que multiplicam os dois conjuntos de sequências para formar os sinais PN_I e PN_Q, respectivamente. Os sinais PN_I e PN_Q são providos ao multiplicador complexo 214.

O diagrama de blocos do canal de tráfego exemplar apresentado nas Figuras 3A e 3B constitui uma dentre numerosas arquiteturas que suportam codificação e modulação de dados no link direto. Outras arquiteturas, tal como a arquitetura para o canal de tráfego de link direto no sistema CDMA de acordo com a norma IS-95, podem também ser utilizadas e estão dentro do escopo da presente invenção.

Na modalidade exemplar, as taxas de dados suportadas pelas estações base 4 são predeterminadas e a cada taxa de dados suportada é atribuído um índice de taxa exclusivo. A estação móvel 6 seleciona uma dentre as taxas de dados suportadas com base na medição C/I. Uma vez que a taxa de dados solicitada deve ser enviada para uma estação

base 4 para direcionar tal estação base 4 a transmitir dados na taxa de dados solicitada, uma compensação é realizada entre o número de taxas de dados suportadas e o número de bits necessários para identificar a taxa de dados solicitada. Na modalidade exemplar, o número de taxas de dados suportadas é de sete e um índice de taxa de 3 bits é usado para identificar a taxa de dados solicitada. Uma definição exemplar das taxas de dados suportadas é ilustrada na Tabela 1. Diferentes definições das taxas de dados suportadas podem ser contempladas e estão dentro do escopo da presente invenção.

Na modalidade exemplar, a taxa de dados mínima é de 38,4 kbps e a taxa de dados máxima é de 2,4576 Mbps. A taxa de dados mínima é selecionada com base no pior caso de medição C/I no sistema, no ganho de processamento do sistema, no projeto dos códigos de correção de erro e no nível desejado de desempenho. Na modalidade exemplar, as taxas de dados suportadas são escolhidas de tal forma que a diferença entre taxas de dados suportadas sucessivas seja de 3 dB. O incremento de 3 dB é um equilíbrio entre diversos fatores, que incluem a precisão da medição C/I que pode ser conseguida pela estação móvel 6, as perdas (ou ineficiências) que resultam da quantização das taxas de dados baseadas na medição C/I e no número de bits (ou a taxa de bits) necessário para transmitir a taxa de dados solicitada da estação móvel 6 para a estação base 4. Um maior número de taxas de dados suportadas requer mais bits para identificar a taxa de dados solicitada porém permite um uso mais eficiente do link direto devido a um menor erro de quantização entre a taxa de dados máxima calculada e a taxa de dados suportada. A presente invenção é direcionada ao uso de qualquer número de taxas de dados suportadas e outras taxas de dados diferentes daquelas listadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros de Canal de Tráfego

Parâmetro	Taxas de Dados							Unidades
	38,4	76,8	153,6	307,2	614,4	1228,8	2457,6	kbps
Bits de dados/ pacote	1024	1024	1024	1024	1024	2048	2048	bits
Compri-mento de pacote	26,67	13,33	6,67	3,33	1,67	1,67	0,83	ms
Partições/ pacote	16	8	4	2	1	1	0,5	Partições
Pacotes/ transmissão	1	1	1	1	1	1	2	Pacotes
Partições/ transmissão	16	8	4	2	1	1	1	Partições
Taxa de símbolos Walsh	153,6	307,2	614,4	1228,8	2457,6	2457,6	4915,2	ksps
Canais Walsh/ fase QPSK	1	2	4	8	16	16	16	canais
Taxa de modulador	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8[1]	ksps
Chips PN/bit de dados	32	16	8	4	2	1	0,5	chips/ bit
Taxa de chips PN	1228,8	1228,8	1228,8	1228,8	1228,8	1228,8	1228,8	kcps
Formato de Modulação	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QAM[1]	
Índice de taxa	0	1	2	3	4	5	6	

Nota: (1) modulação 16-QAM.

Um diagrama da estrutura de quadro de link direto exemplar da presente invenção é ilustrado na Figura 4A. A transmissão do canal de tráfego é particionada em quadros que, na modalidade exemplar, são definidos como o comprimento das sequências PN curtas, ou 26,67 ms. Cada quadro pode portar informações de canal de controle endereçadas a todas as estações móveis 6 (quadro do canal de controle), dados de tráfego endereçados a uma estação

móvel 6 específica (quadro de tráfego), ou pode estar vazio (quadro ocioso). O conteúdo de cada quadro é determinado pela programação executada pela estação base 4 transmissora. Na modalidade exemplar, cada quadro compreende 16 partições de tempo, com cada partição de tempo possuindo uma duração de 1,667 ms. Uma partição de tempo de 1,667 ms é adequada para permitir que a estação móvel 6 execute a medição C/I do sinal de link direto. Uma partição de tempo de 1,667 ms representa também uma quantidade de tempo suficiente para uma transmissão de dados em pacote eficiente. Na modalidade exemplar, cada partição de tempo é adicionalmente particionada em quatro quartos de partição.

Na presente invenção, cada pacote de dados é transmitido através de uma ou mais partições de tempo, tal como mostrado na Tabela 1. Na modalidade exemplar, cada pacote de dados de link direto compreende 1024 ou 2048 bits. Dessa forma, o número de partições de tempo necessário para transmitir cada pacote de dados depende da taxa de dados e varia entre 16 partições de tempo para a taxa de 38,4 kbps a 1 partição de tempo para a taxa de 1,2288 Mbps e mais elevadas.

Um diagrama exemplar da estrutura de partição de link direto da presente invenção é apresentado na Figura 4B. Na modalidade exemplar, cada partição compreende três ou quatro canais multiplexados no tempo, o canal de tráfego, o canal de controle, o canal piloto e o canal de controle de potência. Na modalidade exemplar, os canais piloto e de controle de potência são transmitidos em duas rajadas (bursts) piloto e de controle de potência que são localizadas nas mesmas posições em cada partição de tempo. As rajadas de piloto e de controle de potência são descritas em maiores detalhes abaixo.

Na modalidade exemplar, o pacote intercalado proveniente do intercalador 116 é puncionado para acomodar as

rajadas de piloto e de controle de potência. Na modalidade exemplar, cada pacote intercalado compreende 4096 símbolos de código e os primeiros 512 símbolos de código são puncionados, tal como mostrado na Figura 4D. Os símbolos de código restantes são deslocados no tempo para alinhamento aos intervalos de transmissão do canal de tráfego.

Os símbolos de código puncionados são embaralhados para aleatorizar os dados antes da aplicação da cobertura Walsh ortogonal. A aleatorização limita o envelope pico/média na forma de onda modulada $S(t)$. A sequência de embaralhamento pode ser gerada com um registro de desvio de realimentação linear, de forma conhecida pelos técnicos na área. Na modalidade exemplar, o embaralhador 122 é carregado com o estado LC no início de cada partição. Na modalidade exemplar, o relógio (clock) do embaralhador 122 é síncrono ao relógio do intercalador 116 porém é parado durante as rajadas de piloto e de controle de potência.

Na modalidade exemplar, os canais Walsh direto (para o canal de tráfego e canal de controle de potência) são ortogonalmente espalhados com coberturas Walsh de 16 bits na taxa de chips fixa de 1,2288 Mcps. O número de K canais ortogonais paralelos por sinal em fase e em quadratura é uma função da taxa de dados, tal como mostrado na Tabela 1. Na modalidade exemplar, para taxas de dados mais baixas, as coberturas Walsh em fase e em quadratura são escolhidas de modo a serem conjuntos ortogonais para minimizar a diafonia (cross-talk) dos erros de estimativa de fase do demodulador. Como exemplo, para 16 canais Walsh, uma atribuição Walsh exemplar é de W_0 a W_7 para o sinal em fase e W_8 a W_{15} para o sinal em quadratura.

Na modalidade exemplar, a modulação QPSK é usada para taxas de dados de 1,2288 Mbps e mais baixas. Para a modulação QPSK, cada canal Walsh compreende um bit. Na modalidade exemplar, na taxa de dados mais elevada de

2,4576 Mbps, 16-QAM é usada e os dados embaralhados são demultiplexados em 32 fluxos paralelos que possuem, cada qual, uma largura de 2 bits, 16 fluxos paralelos para o sinal em fase e 16 fluxos paralelos para o sinal em quadratura. Na modalidade exemplar, a LSB de cada símbolo de 2 bits é a saída de símbolo anterior proveniente do intercalador 116. Na modalidade exemplar, as entradas da modulação QAM de (0, 1, 3, 2) mapeiam os valores de modulação de (+3, +1, -1, -3) respectivamente. O uso de outros esquemas de modulação, tais como chaveamento por deslocamento de fase m-ário PSK, pode ser contemplado e está dentro do escopo da presente invenção.

Os canais Walsh em fase e em quadratura são escalonados antes da modulação para manter uma potência de transmissão total constante que é independente da taxa de dados. Os ajustes de ganho são normalizados para uma referência unitária equivalente a BPSK não modulada. Os ganhos de canal normalizados, G, como uma função do número de canais Walsh (ou taxa de dados) estão na Tabela 2. É também listada na Tabela 2, a potência média por canal Walsh (em fase ou em quadratura) de tal forma que a potência normalizada total seja igual à unidade. Note que o ganho de canal para 16-QAM considera o fato de que a energia normalizada por chip Walsh é de 1 para QPSK e 5 para 16-QAM.

Tabela 2 - Ganhos de Canal Ortogonal de Canal de Tráfego

	Duração de Puncionamento			
Taxa de Dados (kbps)	Número de K Canais Walsh	Modulação	Ganho G de Canal Walsh	Potência Média por Canal P_k
38,4	1	QPSK	$1/\sqrt{2}$	1/2
76,8	2	QPSK	1/2	1/4
153,6	4	QPSK	$1/2\sqrt{2}$	1/8
307,2	8	QPSK	1/4	1/16
614,4	16	QPSK	$1/4\sqrt{2}$	1/32
1228,8	16	QPSK	$1/4\sqrt{2}$	1/32

2457,6	16	16-QAM	$1/4\sqrt{10}$	1/32

Na presente invenção, um preâmbulo é puncionado em cada quadro de tráfego para auxiliar à estação móvel 6 na sincronização com a primeira partição de cada transmissão de taxa variável. Na modalidade exemplar, o preâmbulo é uma sequência toda de zeros que, para um quadro de tráfego, é espalhada com o código PN longo mas, para um quadro de canal de controle, não é espalhada com o código PN longo. Na modalidade exemplar, o preâmbulo é BPSK não modulado, o qual é ortogonalmente espalhado com a cobertura Walsh W_1. O uso de um único canal ortogonal minimiza o envelope pico/média. Além disso, o uso de uma cobertura Walsh W_1 diferente de zero minimiza a falsa detecção de piloto uma vez que, para os quadros de tráfego, o piloto é espalhado com a cobertura Walsh W_0 e tanto o piloto quanto o preâmbulo não são espalhados com o código PN longo.

O preâmbulo é multiplexado no fluxo do canal de tráfego no início do pacote, por uma duração que é uma função da taxa de dados. O comprimento do preâmbulo é tal que o overhead do preâmbulo é aproximadamente constante para todas as taxas de dados, enquanto minimiza a probabilidade de detecção errônea. Um resumo do preâmbulo como uma função das taxas de dados é apresentado na Tabela 3. Note que o preâmbulo compreende 3,1 porcento ou menos de um pacote de dados.

Tabela 3 - Parâmetros de Preâmbulo

	Duração de Puncionamento de Preâmbulo		
Taxa de Dados (kbps)	Símbolos Walsh	Chips PN	Overhead %
38,4	32	512	1,6
76,8	16	256	1,6
153,6	8	128	1,6
307,2	4	64	1,6
614,4	3	48	2,3
1228,8	4	64	3,1
2457,6	2	32	3,1

VIII. FORMATO DE QUADRO DE TRÁFEGO DE LINK DIRETO

Na modalidade exemplar, cada pacote de dados é formatado pelas adições de bits de verificação de quadros, bits de terminação de código e outros campos de controle. No presente relatório descritivo, um octeto é definido como 8 bits de informação e uma unidade de dados é um único octeto e compreende 8 bits de informação.

Na modalidade exemplar, o link direto suporta dois formatos de pacotes de dados que são ilustrados nas Figuras 4E e 4F. O formato de pacote 410 compreende cinco campos e o formato de pacote 430 compreende nove campos. O formato de pacote 410 é usado quando o pacote de dados a ser transmitido para a estação móvel 6 contém dados suficientes para preencher completamente todos os octetos disponíveis no campo DADOS 418. Se a quantidade de dados a ser transmitida for menor que os octetos disponíveis no campo DADOS 418, o formato de pacote 430 é usado. Os octetos não utilizados são preenchidos todos com zeros e designados como campo PREENCHIMENTO 446.

Na modalidade exemplar, os campos de sequência de verificação de quadro (FCS) 412 e 432 contêm os bits de paridade CRC que são gerados pelo gerador CRC 112 (ver Figura 3A) de acordo com um polinômio gerador predeterminado. Na modalidade exemplar, o polinômio CRC é $g(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, embora outros polinômios possam ser usados e estão dentro do escopo da presente invenção. Na modalidade exemplar, os bits CRC são calculados sobre os campos FMT, SEQ, LEN, DADOS e PREENCHIMENTO. Isto propicia a detecção de erros sobre todos os bits, exceto os bits de terminação de código nos campos TERMINAÇÃO 420 e 448, transmitidos através do canal de tráfego no link direto. Na modalidade alternativa, os bits CRC são calculados somente no campo DADOS. Na modalidade exemplar, os campos FCS 412 e 432 contêm 16 bits de paridade CRC, embora outros geradores

CRC provendo um número diferente de bits de paridade possam ser usados e estejam dentro do escopo da presente invenção. Apesar dos campos FCS 412 e 432 da presente invenção terem sido descritos no contexto de bits de paridade CRC, outras sequências de verificação de quadros podem ser usadas e estão dentro do escopo da presente invenção. Como exemplo, uma soma de verificação (check sum) pode ser calculada para o pacote e provida no campo FCS.

Na modalidade exemplar, os campos de formato de quadro (FMT) 414 e 434 contêm um bit de controle que indica se o quadro de dados contém somente octetos de dados (formato de pacote 410) ou octetos de dados e preenchimento e zero ou mais mensagens (formato de pacote 430). Na modalidade exemplar, um baixo valor para o campo FMT 414 corresponde ao formato de pacote 410. Alternativamente, um valor elevado para o campo FMT 434 corresponde ao formato de pacote 430.

Os campos de número de sequência (SEQ) 416 e 442 identificam a primeira unidade de dados nos campos de dados 418 e 444, respectivamente. O número de sequência permite que os dados sejam transmitidos fora de sequência para a estação móvel 6, por exemplo para retransmissão de pacotes que foram recebidos com erro. A atribuição do número de sequência ao nível de unidade de dados elimina a necessidade de um protocolo de fragmentação de quadros para retransmissão. O número de sequência permite também que a estação móvel 6 detecte unidades de dados em duplicata. Quando do recebimento dos campo FMT, SEQ e LEN, a estação móvel 6 é capaz de determinar quais unidades de dados foram recebidas em cada partição de tempo sem o uso de mensagens de sinalização especiais.

O número de bits atribuídos para representar o número de sequência depende do número máximo de unidades de dados que pode ser transmitido em uma partição de tempo e nos piores casos de retardo de retransmissão de dados. Na

modalidade exemplar, cada unidade de dados é identificada por um número de sequência de 24 bits. Na taxa de dados de 2,4576 Mbps, o número máximo de unidades de dados que pode ser transmitido em cada partição é de aproximadamente 256. Oito bits são necessários para identificar cada uma dentre as unidades de dados. Além disso, pode ser calculado que os piores casos de retardo de retransmissão de dados são menores que 500 ms. Os retardos de retransmissão incluem o tempo necessário para uma mensagem NACK pela estação móvel 6, a retransmissão dos dados e o número de tentativas de retransmissão causado pelo pior caso de funcionamento de erro de rajada. Portanto, 24 bits permitem que a estação móvel 6 identifique adequadamente as unidades de dados que estão sendo recebidas sem ambiguidade. O número de bits nos campos SEQ 416 e 442 pode ser aumentado ou reduzido, dependendo do tamanho do campo DADOS 418 e dos retardos de retransmissão. O uso de um número diferente de bits para os campos SEQ 416 e 442 está dentro do escopo da presente invenção.

Quando a estação base 4 possui menos dados para transmitir à estação móvel 6 que o espaço disponível no campo DADOS 418, o formato de pacote 430 é usado. O formato de pacote 430 permite que a estação base 4 transmita qualquer número de unidades de dados, até o número máximo de unidades de dados disponíveis, para a estação móvel 6. Na modalidade exemplar, um valor elevado para o campo FMT 434 indica que a estação base 4 está transmitindo o formato de pacote 430. Dentro do formato de pacote 430, o campo LEN 440 contém o valor do número de unidades de dados que está sendo transmitido neste pacote. Na modalidade exemplar, o campo LEN 440 possui comprimento de 8 bits, uma vez que o campo DADOS 444 pode variar de 0 a 255 octetos.

Os campos DADOS 418 e 444 contêm os dados a serem transmitidos para a estação móvel 6. Na modalidade exemplar, para o formato de pacote 410, cada pacote de

dados compreende 1024 bits, dos quais 992 são bits de dados. No entanto, pacotes de dados de comprimento variável podem ser usados para aumentar o número de bits de informação e estão dentro do escopo da presente invenção. Para o formato de pacote 430, o tamanho do campo DADOS 444 é determinado pelo campo LEN 440.

Na modalidade exemplar, o formato de pacote 430 pode ser usado para a transmissão de zero ou mais mensagens de sinalização. O campo comprimento de sinalização (SIG LEN) 436 contém o comprimento das mensagens de sinalização subsequentes, em octetos. Na modalidade exemplar, o campo SIG LEN 436 possui comprimento de 8 bits. O campo SINALIZAÇÃO 438 contém as mensagens de sinalização. Na modalidade exemplar, cada mensagem de sinalização compreende um campo identificação de mensagem (MESSAGE ID), um campo comprimento de mensagem (LEN) e uma carga útil da mensagem, tal como é descrito a seguir.

O campo PREENCHIMENTO 446 contém octetos de preenchimento que, na modalidade exemplar, são ajustados para 0x00 (hex). O campo PREENCHIMENTO 446 é usado porque a estação base 4 pode possuir menos octetos de dados para transmissão à estação móvel 6 que o número de octetos disponíveis no campo DADOS 418. Quando isto ocorre, o campo PREENCHIMENTO 446 contém octetos de preenchimento suficientes para preencher o campo de dados não utilizado. O campo PREENCHIMENTO 446 possui comprimento variável e depende do comprimento do campo DADOS 444.

O último campo dos formatos de pacote 410 e 430 é o dos campos TERMINAÇÃO 420 e 448, respectivamente. Os campos TERMINAÇÃO 420 e 448 contêm os bits de terminação de código zero (0x0) que são usados para forçar o codificador 114 (ver Figura 3A) para um estado conhecido no final de cada pacote de dados. Os bits de terminação de código permitem que o codificador 114 particione sucintamente o pacote, de tal forma que somente bits de um pacote sejam

usados no processo de codificação. Os bits de terminação de código permitem também que o decodificador dentro da estação móvel 6 determine os limites do pacote durante o processo de decodificação. O número de bits nos campos TERMINAÇÃO 420 e 448 depende do projeto do codificador 114. Na modalidade exemplar, os campos TERMINAÇÃO 420 e 448 são longos o suficiente para forçar o codificador 114 para um estado conhecido.

Os dois formatos de pacote acima descritos são formatos exemplares que podem ser usados para facilitar a transmissão de mensagens de dados e sinalização. Vários outros formatos de pacote podem ser criados para atender às necessidades de um sistema de comunicação específico. Além disso, um sistema de comunicação pode ser projetado para acomodar mais que os dois formatos de pacote acima descritos.

IX. QUADRO DE CANAL DE CONTROLE DE LINK DIRETO

Na presente invenção, o canal de tráfego é também usado para transmissão de mensagens da estação base 4 para as estações móveis 6. Os tipos de mensagens transmitidas incluem: (1) mensagens de direcionamento de handoff, (2) mensagens de alerta (por exemplo, para alertar uma estação móvel 6 específica de que existem dados na fila para tal estação móvel 6), (3) pacotes de dados curtos para uma estação móvel 6 específica e (4) mensagens ACK ou NACK para as transmissões de dados de link reverso (a serem descritas mais adiante). Outros tipos de mensagens podem também ser transmitidos através do canal de controle e estão dentro do escopo da presente invenção. Quando do término do estágio de estabelecimento da chamada, a estação móvel 6 monitora o canal de controle para as mensagens de alerta e inicia a transmissão do sinal piloto de link reverso.

Na modalidade exemplar, o canal de controle é multiplexado no tempo com os dados de tráfego no canal de tráfego, tal como mostrado na Figura 4A. As estações móveis 6

identificam a mensagem de controle pela detecção de um preâmbulo que foi coberto com um código PN predeterminado. Na modalidade exemplar, as mensagens de controle são transmitidas em uma taxa fixa, que é determinada pela estação móvel 6 durante a aquisição. Na modalidade preferida, a taxa de dados do canal de controle é de 76,8 kbps.

O canal de controle transmite mensagens em cápsulas de canal de controle. O diagrama de uma típica cápsula de canal de controle é apresentado na Figura 4G. Na modalidade exemplar, cada cápsula compreende o preâmbulo 462, a carga útil de controle e os bits de paridade CRC 474. A carga útil de controle compreende uma ou mais mensagens e, caso necessário, bits de preenchimento 472. Cada mensagem compreende um identificador de mensagem (MSG ID) 464, o comprimento da mensagem (LEN) 466, um endereço opcional (ADDR) 468 (por exemplo, caso a mensagem seja direcionada a uma estação móvel 6 específica) e a carga útil da mensagem 470. Na modalidade exemplar, as mensagens são alinhadas aos limites dos octetos. A cápsula de canal de controle exemplar ilustrada na Figura 4G compreende duas mensagens de difusão (broadcast) destinadas a todas as estações móveis 6 e uma mensagem direcionada a uma estação móvel 6 específica. O campo MSG ID 464 determina se a mensagem requer ou não um campo de endereço (isto é, se é uma mensagem de difusão ou específica).

X. CANAL PILOTO DE LINK DIRETO

Na presente invenção, um canal piloto de link direto provê um sinal piloto que é utilizado pelas estações móveis 6 para a aquisição inicial, recuperação de fase, recuperação de temporização e combinação de taxas. Tais usos são similares àqueles dos sistemas de comunicação CDMA que se conformam à norma IS-95. Na modalidade exemplar, o sinal piloto é também usado pelas estações móveis 6 para realizar a medição C/I.

Na Figura 3A é apresentado um diagrama de blocos

exemplar do canal piloto de link direto da presente invenção. Os dados piloto compreendem uma sequência toda de zeros (ou toda de uns) que é provida ao multiplicador 156. O multiplicador 156 cobre os dados piloto com o código Walsh W_0. Uma vez que o código Walsh W_0 é uma sequência toda de zeros, a saída do multiplicador 156 são os dados piloto. Os dados piloto são multiplexados no tempo pelo MUX 162 e providos ao canal Walsh I que é espalhado pelo código PN_I curto dentro do multiplicador complexo 214 (ver Figura 3B). Na modalidade exemplar, os dados piloto não são espalhados com o código PN longo, que é interrompido (gated off) durante a rajada de piloto pelo MUX 234, para permitir a recepção por todas as estações móveis 6. O sinal piloto é portanto um sinal BPSK não modulado.

Um diagrama ilustrando o sinal piloto é apresentado na Figura 4B. Na modalidade exemplar, cada partição de tempo compreende duas rajadas de piloto 306a e 306b que ocorrem ao final do primeiro e terceiro quartos da partição de tempo. Na modalidade exemplar, cada rajada de piloto 306 possui duração de 64 chips (Tp = 64 chips). Na ausência de dados de tráfego ou dados do canal de controle, a estação base 4 transmite apenas as rajadas de piloto e de controle de potência, resultando em uma forma de onda descontinua em rajadas na taxa periódica de 1200 Hz. Os parâmetros de modulação de piloto são tabulados na Tabela 4.

XI. CONTROLE DE POTÊNCIA EM LINK REVERSO

Na presente invenção, o canal de controle de potência de link direto é usado para enviar o comando de controle de potência que é usado para controlar a potência de transmissão da transmissão em link reverso a partir da estação remota 6. No link reverso, cada estação móvel 6 transmissora atua como uma fonte de interferência para todas as outras estações móveis 6 na rede. Para minimizar a interferência no link reverso e maximizar a capacidade, a

potência de transmissão de cada estação móvel 6 é controlada por duas malhas de controle (control loops) de potência. Na modalidade exemplar, as malhas de controle de potência são similares ao do sistema CDMA descrito em detalhes na Patente U.S. Nº 5,056,109, intitulada "METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLING TRANSMISSION POWER IN A CDMA CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM", em nome da Requerente da presente invenção. Outros mecanismos de controle de potência podem também ser contemplados e estão dentro do escopo da presente invenção.

A primeira malha de controle de potência ajusta a potência de transmissão da estação móvel 6, de tal forma que a qualidade do sinal de link reverso seja mantida em um nível ajustado. A qualidade de sinal é medida como a relação energia por bit/ruído mais interferência E_b/I_0 do sinal de link reverso recebido na estação base 4. O nível ajustado é referido como o ponto de ajuste (set point) E_b/I_0. A segunda malha de controle de potência ajusta o ponto de ajuste, de tal forma que o nível desejado de desempenho, tal como medido pela taxa de erros de quadros (FER), seja mantido. O controle de potência é crítico no link reverso, pois a potência de transmissão de cada estação móvel 6 é uma interferência para outras estações móveis 6 no sistema de comunicação. Minimizar a potência de transmissão de link reverso reduz a interferência e aumenta a capacidade do link reverso.

Dentro da primeira malha de controle de potência, a E_b/I_0 do sinal de link reverso é medida na estação base 4. A estação base 4 então compara a E_b/I_0 medida com o ponto de ajuste. Caso a E_b/I_0 medida seja maior que o ponto de ajuste, a estação base 4 transmite uma mensagem de controle de potência para a estação móvel 6 para reduzir a potência de transmissão. Alternativamente, caso a E_b/I_0

medida esteja abaixo do ponto de ajuste, a estação base 4 transmite uma mensagem de controle de potência para que a estação móvel 6 aumente a potência de transmissão. Na modalidade exemplar, a mensagem de controle de potência é implementada com um bit de controle de potência. Na modalidade exemplar, um valor elevado para o bit de controle de potência comanda a estação móvel 6 para aumentar a sua potência de transmissão e um valor reduzido comanda a estação móvel para reduzir a sua potência de transmissão.

Na presente invenção, os bits de controle de potência para todas as estações móveis 6 em comunicação com cada estação base 4 são transmitidos através do canal de controle de potência. Na modalidade exemplar, o canal de controle de potência compreende até 32 canais ortogonais que são espalhados com as coberturas Walsh de 16 bits. Cada canal Walsh transmite um bit de controle de potência reverso (RPC) ou um bit FAC em intervalos periódicos. A cada estação móvel 6 ativa é atribuído um índice RPC que define a cobertura Walsh e a fase de modulação QPSK (isto é, em fase ou quadratura) para transmissão do fluxo de bits RPC destinado para tal estação móvel 6. Na modalidade exemplar, o índice RPC de 0 é reservado para o bit FAC.

O diagrama de blocos exemplar do canal de controle de potência é apresentado na Figura 3A. Os bits RPC são providos ao repetidor de símbolos 150, que repete cada bit RPC um número predeterminado de vezes. Os bits RPC repetidos são providos ao elemento de cobertura Walsh 152 que cobre os bits com as coberturas Walsh correspondentes aos índices RPC. Os bits cobertos são providos ao elemento de ganho 154 que escalona os bits antes da modulação, de forma a manter uma potência de transmissão total constante. Na modalidade exemplar, os ganhos dos canais Walsh RPC são normalizados de forma que a potência total do canal RPC seja igual à potência de transmissão total disponível. Os

ganhos dos canais Walsh podem ser variados como uma função do tempo para uma utilização eficiente da potência de transmissão total da estação base, enquanto mantém a transmissão RPC confiável para todas as estações móveis 6 ativas. Na modalidade exemplar, os ganhos de canal Walsh das estações móveis 6 inativas são ajustados para zero. O controle de potência automático dos canais Walsh RPC é possível utilizando-se estimativas da medição de qualidade de link direto a partir do canal DRC correspondente proveniente das estações móveis 6. Os bits RPC escalonados a partir do elemento de ganho 154 são providos ao MUX 162.

Na modalidade exemplar, os índices RPC de 0 a 15 são atribuídos às coberturas Walsh W_0 a W_{15}, respectivamente, e são transmitidos em torno da primeira rajada de piloto dentro de uma partição (rajadas RPC 304 na Figura 4C). Os índices RPC de 16 a 31 são atribuídos às coberturas Walsh W_0 a W_{15}, respectivamente, e são transmitidos em torno da segunda rajada de piloto dentro de uma partição (rajadas RPC 308 na Figura 4C). Na modalidade exemplar, os bits RPC são modulados em BPSK com as coberturas Walsh pares (por exemplo, W_0, W_2, W_4, etc.) moduladas no sinal em fase e as coberturas Walsh ímpares (por exemplo, W_1, W_3, W_5 etc.) moduladas no sinal em quadratura. Para reduzir o envelope pico/média, é preferível equilibrar a potência em fase e em quadratura. Além disso, para minimizar a diafonia (cross-talk) devido a erros de estimativa de fase de demodulador, é preferível atribuir coberturas ortogonais aos sinais em fase e em quadratura.

Na modalidade exemplar, até 31 bits RPC podem ser transmitidos através de 31 canais Walsh RPC em cada partição de tempo. Na modalidade exemplar, 15 bits RPC são transmitidos na primeira meia partição e 16 bits RPC são transmitidos na segunda meia partição. Os bits RPC são combinados pelos somadores 212 (ver Figura 3B) e a forma de

onda composta do canal de controle de potência é tal como apresentada na Figura 4C.

Um diagrama de temporização do canal de controle de potência é ilustrado na Figura 4B. Na modalidade exemplar, a taxa de bits RPC é de 600 bps, ou um bit RPC por partição de tempo. Cada bit RPC é multiplexado no tempo e transmitido através de duas rajadas RPC (por exemplo, as rajadas RPC 304a e 304b), tal como apresentado nas Figuras 4B e 4C. Na modalidade exemplar, cada rajada RPC possui 32 chips PN (ou 2 símbolos Walsh) de largura (Tpc = 32 chips) e a largura total de cada bit RPC é de 64 chips PN (ou 4 símbolos Walsh). Outras taxas de bits RPC podem ser obtidas ao trocar o número de repetições de símbolos. Por exemplo, uma taxa de bit RPC de 1200 bps (para suportar até 63 estações móveis 6 simultaneamente, ou para aumentar a taxa de controle de potência) pode ser obtida pela transmissão do primeiro conjunto de 31 bits RPC nas rajadas RPC 304a e 304b e o segundo conjunto de 32 bits RPC nas rajadas RPC 308a e 308b. Neste caso, todas as coberturas Walsh são usadas nos sinais em fase e em quadratura. Os parâmetros de modulação para os bits RPC são resumidos na Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros de Modulação de Piloto e de Controle de Potência

Parâmetro	RPC	FAC	Piloto	Unidades
Taxa	600	75	1200	Hz
Formato de modulação	QPSK	QPSK	BPSK	
Duração do bit de controle	64	1024	64	Chips PN
Repetição	4	64	4	Símbolos

O canal de controle de potência possui uma natureza em rajada (bursty), uma vez que o número de estações móveis 6 em comunicação com cada estação base 4 pode ser menor do que o número de canais Walsh RPC disponíveis. Em tal situação, alguns canais Walsh RPC são ajustados para zero pelo ajuste apropriado dos ganhos do elemento de ganho 154.

Na modalidade exemplar, os bits RPC são transmitidos às estações móveis 6 sem codificação ou intercalação para minimizar os retardos de processamento. Além disso, a recepção errônea do bit de controle de potência não é prejudicial ao sistema de comunicação de dados da presente invenção, uma vez que o erro pode ser corrigido na próxima partição de tempo pela malha de controle de potência.

Na presente invenção, as estações móveis 6 podem estar em soft handoff com múltiplas estações base 4 no link reverso. O método e o equipamento para o controle de potência de link reverso para a estação móvel 6 em soft handoff é descrito na Patente U.S. Nº 5,056,109 acima mencionada. A estação móvel 6 em soft handoff monitora o canal Walsh RPC para cada estação base 4 no conjunto ativo e combina os bits RPC de acordo com o método descrito na Patente U.S. Nº 5,056,109 acima mencionada. Na primeira modalidade, a estação móvel 6 realiza a lógica OU (OR) dos comandos de redução de potência. A estação móvel 6 reduz a potência de transmissão caso qualquer um dos bits RPC recebidos comande a estação móvel 6 a reduzir a potência de transmissão. Na segunda modalidade, a estação móvel 6 em soft handoff pode combinar as decisões suaves dos bits RPC antes de tomar uma decisão rígida (hard). Outras modalidades para processamento dos bits RPC recebidos podem ser contempladas e estão dentro do escopo da presente invenção.

Na presente invenção, o bit FAC indica às estações móveis 6 se o canal de tráfego do canal piloto associado estará ou não transmitindo no próximo meio quadro. O uso do bit FAC melhora a estimativa C/I pelas estações móveis 6, e portanto a solicitação de taxa de dados, por difusão do conhecimento da atividade de interferência. Na modalidade exemplar, o bit FAC somente se modifica nos limites de meios quadros e é repetido por oito

partições de tempo sucessivas, resultando em uma taxa de bits de 75 bps. Os parâmetros para o bit FAC são listados na Tabela 4.

Usando o bit FAC, as estações móveis 6 podem computar a medição C/I da seguinte forma:

$$\left(\frac{C}{I}\right)_i = \frac{C_i}{I - \sum_{j \neq i} (1 - \alpha_j) C_j},$$

em que $(C/I)_i$ é a medição C/I do $i^{ésimo}$ sinal de link direto, C_i é a potência recebida total do $i^{ésimo}$ sinal de link direto, C_j é a potência recebida do $j^{ésimo}$ sinal de link direto, I é a interferência total caso todas as estações base 4 estejam transmitindo, α_j é o bit FAC do $j^{ésimo}$ sinal de link direto e pode ser 0 ou 1, dependendo do bit FAC.

XII. TRANSMISSÃO DE DADOS EM LINK REVERSO

Na presente invenção, o link reverso suporta transmissão de dados de taxa variável. A taxa variável propicia flexibilidade e permite que as estações móveis 6 transmitam em uma dentre várias taxas de dados, dependendo da quantidade de dados a ser transmitida para a estação base 4. Na modalidade exemplar, a estação móvel 6 pode transmitir dados na taxa de dados mais baixa em qualquer momento. Na modalidade exemplar, a transmissão de dados em taxas de dados mais elevadas requer uma concessão pela estação base 4. Tal implementação minimiza o retardo de transmissão em link reverso, propiciando concomitantemente a utilização eficaz dos recursos de link reverso.

Uma ilustração exemplar do fluxograma da transmissão de dados no link reverso da presente invenção é apresentada na Figura 8. Inicialmente, na partição n, a estação móvel 6 efetua uma sondagem (probe) de acesso, tal como descrito na Patente U.S. Nº 5,289,527 acima mencionada, para estabelecer o canal de dados de taxa mais baixa no link reverso no bloco 802. Na mesma partição n, a

estação base 4 demodula a sondagem de acesso e recebe a mensagem de acesso no bloco 804. A estação base 4 concede a solicitação para o canal de dados e, na partição n+2, transmite a concessão e o índice RPC atribuído através do canal de controle, no bloco 806. Na partição n+2, a estação móvel 6 recebe a concessão e é controlada em potência pela estação base 4, no bloco 808. Iniciando na partição n+3, a estação móvel 6 começa a transmissão do sinal piloto e consegue acesso imediato ao canal de dados de taxa mais baixa no link reverso.

Caso a estação móvel 6 possua dados de tráfego e solicite um canal de dados de taxa elevada, a estação móvel 6 pode iniciar o pedido no bloco 810. Na partição n+3, a estação base 4 recebe a solicitação de dados em alta velocidade, no bloco 812. Na partição n+5, a estação base 4 transmite a concessão no canal de controle, no bloco 814. Na partição n+5, a estação móvel 6 recebe a concessão no bloco 816 e inicia a transmissão de dados em alta velocidade no link reverso, começando na partição n+6, no bloco 818.

XIII. ARQUITETURA DE LINK REVERSO

No sistema de comunicação de dados da presente invenção, a transmissão no link reverso difere da transmissão no link direto de várias formas. No link direto, a transmissão de dados ocorre tipicamente de uma estação base 4 para uma estação móvel 6. No entanto, no link reverso, cada estação base 4 pode, concomitantemente, receber transmissões de dados provenientes de múltiplas estações móveis 6. Na modalidade exemplar, cada estação móvel 6 pode transmitir em uma dentre várias taxas de dados, dependendo da quantidade de dados a ser transmitida para a estação base 4. Tal esquema do sistema reflete a característica assimétrica da comunicação de dados.

Na modalidade exemplar, a unidade de base de tempo no link reverso é idêntica à unidade de base de tempo

no link direto. Na modalidade exemplar, as transmissões de dados no link direto e no link reverso ocorrem em partições de tempo que possuem duração de 1,667 ms. No entanto, uma vez que a transmissão de dados no link reverso ocorre tipicamente em uma taxa de dados mais baixa, uma unidade de base de tempo mais longa pode ser usada para melhorar a eficiência.

Na modalidade exemplar, o link reverso suporta dois canais: o canal piloto/DRC e o canal de dados. As função e implementação de cada um destes canais serão descritas a seguir. O canal piloto/DRC é usado para transmitir o sinal piloto e as mensagens DRC e o canal de dados é usado para transmissão de dados de tráfego.

Um diagrama da estrutura de quadro de link reverso exemplar da presente invenção é ilustrada na Figura 7A. Na modalidade exemplar, a estrutura de quadro de link reverso é similar à estrutura de quadro de link direto apresentada na Figura 4A. No entanto, no link reverso, os dados piloto/DRC e os dados de tráfego são transmitidos concomitantemente nos canais em fase e em quadratura.

Na modalidade exemplar, a estação móvel 6 transmite uma mensagem DRC no canal piloto/DRC em cada partição de tempo sempre que a estação móvel 6 estiver recebendo uma transmissão de dados em alta velocidade. Alternativamente, quando a estação móvel 6 não está recebendo uma transmissão de dados em alta velocidade, toda a partição no canal piloto/DRC compreende o sinal piloto. O sinal piloto é usado pela estação base 4 receptora para diversas funções: como um auxílio na captação inicial, como uma referência de fase para o os canais piloto/DRC e de dados e como a fonte para o controle de potência de link reverso em malha fechada (closed loop).

Na modalidade exemplar, a largura de banda do link reverso é selecionada como sendo de 1,2288 MHz. Tal seleção da largura de banda permite o uso dos hardwares

existentes projetados para um sistema CDMA que atende à norma IS-95. No entanto, outras larguras de banda podem ser utilizadas para aumentar a capacidade e/ou atender as exigências do sistema. Na modalidade exemplar, o mesmo código PN longo e os códigos PN_I e PN_Q curtos que aqueles especificados pela norma IS-95 são usados para espalhar o sinal em link reverso. Na modalidade exemplar, os canais de link reverso são transmitidos usando modulação QPSK. Alternativamente, a modulação OQPSK pode ser usada para minimizar a variação de amplitude pico/média do sinal modulado, o que pode resultar em melhor desempenho. O uso de diferentes larguras de banda do sistema, códigos PN e esquemas de modulação pode ser contemplado e está dentro do escopo da presente invenção.

Na modalidade exemplar, a potência de transmissão das transmissões em link reverso no canal piloto/DRC e no canal de dados é controlada de tal forma que a E_b/I_0 do sinal de link reverso, tal como medida na estação base 4, seja mantida em um ponto de ajuste E_b/I_0 predeterminado, tal como descrito na Patente U.S. Nº 5,506,109 acima mencionada. O controle de potência é mantido pelas estações base 4 em comunicação com a estação móvel 6 e os comandos são transmitidos na forma dos bits RPC tal como acima descrito.

XIV. CANAL DE DADOS DE LINK REVERSO

Um diagrama de blocos da arquitetura exemplar de link reverso da presente invenção é apresentado na Figura 6. Os dados são particionados em pacotes de dados e providos ao codificador 612. Para cada pacote de dados, o codificador 612 gera os bits de paridade CRC, insere os bits de terminação de código e codifica os dados. Na modalidade exemplar, o codificador 612 codifica o pacote de acordo com o formato de codificação descrito no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/743,688 acima mencionado.

Outros formatos de codificação podem também ser usados e estão dentro do escopo da presente invenção. O pacote codificado proveniente do codificador 612 é provido ao intercalador de blocos 614 que reordena os símbolos de código no pacote. O pacote intercalado é provido ao multiplicador 616, o qual cobre os dados com a cobertura Walsh e provê os dados cobertos ao elemento de ganho 618. O elemento de ganho 618 escalona os dados para manter uma energia por bit, E_b, constante, independente da taxa de dados. Os dados escalonados a partir do elemento de ganho 618 são providos aos multiplicadores 650b e 650d, os quais espalham os dados com as sequências PN_Q e PN_I, respectivamente. Os dados espalhados provenientes dos multiplicadores 650b e 650d são providos aos filtros 652b e 652d, respectivamente, os quais filtram os dados. Os sinais filtrados provenientes dos filtros 652a e 652b são providos ao somador 654a e os sinais filtrados provenientes do filtro 652c e 652d são providos ao somador 654b. Os somadores 654 somam os sinais do canal de dados com os sinais do canal piloto/DRC. As saídas dos somadores 654a e 654b consistem de IOUT e QOUT, respectivamente, as quais são moduladas pela senóide em fase $COS(w_c t)$ e pela senóide em quadratura $SEN(w_c t)$, respectivamente (como no link direto) e somadas (não mostrado na Figura 6). Na modalidade exemplar, os dados de tráfego são transmitidos tanto na fase em fase como na fase em quadratura da senóide.

Na modalidade exemplar, os dados são espalhados com o código PN longo e os códigos PN curtos. O código PN longo embaralha os dados de tal forma que a estação base 4 receptora seja capaz de identificar a estação móvel 6 transmissora. O código PN curto espalha o sinal através da largura de banda do sistema. A sequência PN longa é gerada pelo gerador de código longo 642 e provida aos

multiplicadores 646. As sequências PN_I e PN_Q curtas são geradas pelo gerador de código curto 644 e são também providas aos multiplicadores 646a e 646b, respectivamente, os quais multiplicam os dois conjuntos de sequências para formar os sinais PN_I e PN_Q, respectivamente. O circuito de temporização/controle 640 provê a referência de temporização.

O diagrama de blocos exemplar da arquitetura de canal de dados tal como apresentado na Figura 6 constitui uma dentre inúmeras arquiteturas que suportam a codificação e a modulação de dados no link reverso. Para a transmissão de dados em alta taxa, uma arquitetura similar a esta do link direto utilizando múltiplos canais ortogonais pode também ser usada. Outras arquiteturas, tal como a arquitetura para o canal de tráfego de link reverso no sistema CDMA que conforma à norma IS-95, podem também ser contempladas e estão dentro do escopo da presente invenção.

Na modalidade exemplar, o canal de dados de link reverso suporta quatro taxas de dados, as quais estão tabuladas na Tabela 5. Taxas de dados adicionais e/ou taxas de dados diferentes podem ser suportadas e estão dentro do escopo da presente invenção. Na modalidade exemplar, o tamanho do pacote para o link reverso depende da taxa de dados, tal como apresentado na Tabela 5. Como descrito no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/743,688 acima mencionado, um melhor desempenho do decodificador pode ser obtido para tamanhos maiores de pacote. Dessa forma, tamanhos de pacotes diferentes destes listados na Tabela 5 podem ser utilizados para melhorar o desempenho e estão dentro do escopo da presente invenção. Além disso, o tamanho do pacote pode ter um parâmetro que é independente da taxa de dados.

Tabela 5 - Parâmetros de Modulação de Piloto e Controle de Potência

Parâmetro	Taxas de Dados				Unidades
	9,6	19,2	38,4	76,8	Kbps
Duração de quadro	26,66	26,66	13,33	13,33	ms
Comprimento de pacote de dados	245	491	491	1003	Bits
Comprimento CRC	16	16	16	16	Bits
Bits de terminação de código	5	5	5	5	Bits
Total de bits/pacote	256	512	512	1024	Bits
Comprimento de pacote codificado	1024	2048	2048	4096	Símbolos
Comprimento de símbolo Walsh	32	16	8	4	Chips
Solicitação exigida?	Não	Sim	Sim	Sim	

Como mostrado na Tabela 5, o link reverso suporta uma pluralidade de taxas de dados. Na modalidade exemplar, a taxa de dados mais baixa de 9,6 kbps é alocada a cada estação móvel 6 quando do registro junto a estação base 4. Na modalidade exemplar, as estações móveis 6 podem transmitir dados através do canal de dados de taxa mais baixa em qualquer partição de tempo sem ter que solicitar permissão à estação base 4. Na modalidade exemplar, a transmissão de dados nas taxas de dados mais elevadas é concedida pela estação base 4 selecionada com base em um conjunto de parâmetros do sistema, tais como a carga do sistema, igualdade e taxa de transferência total. Um mecanismo de programação exemplar para a transmissão de dados em alta velocidade é descrito em detalhes no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/798,951 acima mencionado.

XV. CANAL PILOTO/DRC DE LINK REVERSO

O diagrama de blocos exemplar do canal piloto/DRC

é apresentado na Figura 6. A mensagem DRC é provida ao codificador DRC 626 que codifica a mensagem de acordo com um formato de codificação predeterminado. A codificação da mensagem DRC é importante, uma vez que a probabilidade de erro na mensagem DRC deve ser suficientemente baixa, pois uma determinação incorreta da taxa de dados no link direto impacta o desempenho da taxa de transferência do sistema. Na modalidade exemplar, o codificador DRC 626 é um codificador de blocos CRC de taxa (8,4), o qual codifica a mensagem DRC de 3 bits em uma palavra código de 8 bits. A mensagem DRC codificada é provida ao multiplicador 628 que cobre a mensagem com o código Walsh que identifica com exclusividade a estação base 4 de destino para a qual a mensagem DRC é direcionada. O código Walsh é provido pelo gerador Walsh 624. A mensagem DRC coberta é provida ao multiplexador (MUX) 630, que multiplexa a mensagem com os dados piloto. A mensagem DRC e os dados piloto são providos aos multiplicadores 650a e 650c, que espalham os dados com os sinais PN_I e PN_Q, respectivamente. Dessa forma, o piloto e a mensagem DRC são transmitidos tanto na fase em fase como na fase em quadratura da senóide.

Na modalidade exemplar, a mensagem DRC é transmitida à estação base 4 selecionada. Isto é conseguido cobrindo-se a mensagem DRC com o código Walsh que identifica a estação base 4 selecionada. Na modalidade exemplar, o código Walsh possui comprimento de 128 chips. A derivação de códigos Walsh de 128 chips é conhecida pelos técnicos na área. Um código Walsh exclusivo é atribuído a cada estação base 4 que está em comunicação com a estação móvel 6. Cada estação base 4 descobre (decovers) o sinal no canal DRC com o código Walsh que lhe foi designado. A estação base 4 selecionada é capaz de descobrir a mensagem DRC e transmitir os dados para a estação móvel 6 solicitante através do link direto em resposta a mesma. Outras estações base 4 serão capazes de determinar que a

taxa de dados solicitada não está dirigida a elas, pois às tais estações base 4 são atribuídos códigos Walsh diferentes.

Na modalidade exemplar, os códigos PN curtos de link reverso para todas as estações base 4 no sistema de comunicação de dados são iguais e não existe deslocamento nas sequências PN curtas para distinguir estações base 4 diferentes. O sistema de comunicação de dados da presente invenção suporta soft handoff no link reverso. O uso dos mesmos códigos PN curtos sem deslocamento permite que múltiplas estações base 4 recebam a mesma transmissão em link reverso proveniente da estação móvel 6 durante um soft handoff. Os códigos PN curtos propiciam espalhamento espectral, porém não permitem a identificação das estações base 4.

Na modalidade exemplar, a mensagem DRC porta a taxa de dados solicitada pela estação móvel 6. Na modalidade alternativa, a mensagem DRC porta uma indicação da qualidade de link direto (por exemplo, a informação C/I tal como medida pela estação móvel 6). A estação móvel 6 pode receber simultaneamente os sinais piloto de link direto provenientes de uma ou mais estações base 4 e efetuar a medição C/I em cada sinal piloto recebido. A estação móvel 6 então seleciona a melhor estação base 4 com base em um conjunto de parâmetros que podem compreender as medições C/I atual e anteriores. A informação de controle de taxa é formatada na mensagem DRC que pode ser conduzida à estação base 4 em uma dentre várias formas de modalidade.

Na primeira modalidade, a estação móvel 6 transmite uma mensagem DRC com base na taxa de dados solicitada. A taxa de dados solicitada é a taxa de dados mais elevada suportada, que propicia desempenho satisfatório na C/I medida pela estação móvel 6. A partir da medição C/I, a estação móvel 6 primeiramente calcula a taxa de dados máxima que proporciona desempenho

satisfatório. A taxa de dados máxima é então quantizada para uma dentre as taxas de dados suportadas e designada como a taxa de dados solicitada. O índice de taxa de dados correspondente à taxa de dados solicitada é transmitido à estação base 4 selecionada. Um conjunto exemplar de taxas de dados suportadas e os correspondentes índices de taxa de dados são apresentados na Tabela 1.

Na segunda modalidade, em que a estação móvel 6 transmite uma indicação da qualidade de link direto para a estação base 4 selecionada, a estação móvel 6 transmite um índice C/I que representa o valor quantizado da medição C/I. A medição C/I pode ser mapeada para uma tabela e associada a um índice C/I. O uso de mais bits para representar o índice C/I permite uma quantização mais refinada da medição C/I. Além disso, o mapeamento pode ser linear ou pré-distorcido. Para um mapeamento linear, cada incremento no índice C/I representa um aumento correspondente na medição C/I. Por exemplo, cada etapa no índice C/I pode representar um aumento de 2,0 dB na medição C/I. Para um mapeamento pré-distorcido, cada incremento no índice C/I pode representar um aumento diferente na medição C/I. Como exemplo, um mapeamento pré-distorcido pode ser usado para quantizar a medição C/I para se adequar à curva da função de distribuição cumulativa (CDF) da distribuição C/I, tal como mostrado na Figura 10.

Outras modalidades para conduzir a informação de controle de taxa da estação móvel 6 para a estação base 4 podem ser contempladas e estão dentro do escopo da presente invenção. Ademais, o uso de diferentes números de bits para representar as informações de controle de taxa está também dentro do escopo da presente invenção. Por grande parte do relatório descritivo, a presente invenção é descrita, por simplicidade, no contexto da primeira modalidade, com o uso de uma mensagem DRC para conduzir a taxa de dados solicitada.

Na modalidade exemplar, a medição C/I pode ser

efetuada no sinal piloto de link direto, de modo similar ao usado no sistema CDMA. Um método e um equipamento para efetuar a medição C/I são descritos no Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/722,763, intitulado "METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING LINK QUALITY IN A SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEM", depositado em 27 de setembro de 1996, em nome da Requerente da presente invenção. Em suma, a medição C/I no sinal piloto pode ser obtida pelo desespalhamento do sinal recebido com os códigos PN curtos. A medição C/I no sinal piloto pode conter imprecisões se a condição do canal mudou entre o momento da medição C/I e o momento atual da transmissão de dados. Na presente invenção, o uso do bit FAC permite que as estações móveis 6 levem em consideração a atividade no link direto ao determinar a taxa de dados solicitada.

Na modalidade alternativa, a medição C/I pode ser realizada no canal de tráfego de link direto. O sinal do canal de tráfego é inicialmente desespalhado com o código PN longo e os códigos PN curtos e descoberto com o código Walsh. A medição C/I dos sinais nos canais de dados pode ser mais exata pois um maior percentual da potência de transmissão é alocado para a transmissão de dados. Outros métodos para medir a C/I do sinal de link direto recebido pela estação móvel 6 podem também ser contemplados e estão dentro do escopo da presente invenção.

Na modalidade exemplar, a mensagem DRC é transmitida na primeira metade da partição de tempo (ver Figura 7A). Para uma partição de tempo exemplar de 1,667 ms, a mensagem DRC compreende os primeiros 1024 chips ou 0,83 ms da partição de tempo. Os 1024 chips restantes de tempo são usados pela estação base 4 para demodular e decodificar a mensagem. A transmissão da mensagem DRC na porção inicial da partição de tempo permite à estação base 4 decodificar a mensagem DRC dentro da mesma partição de tempo e possivelmente transmitir dados na taxa de dados

solicitada na partição de tempo imediatamente sucessiva. O curto retardo de processamento permite ao sistema de comunicação da presente invenção se adaptar rapidamente às mudanças no ambiente de operação.

Na modalidade alternativa, a taxa de dados solicitada é conduzida à estação base 4 pelo uso de uma referência absoluta e uma referência relativa. Nesta modalidade, a referência absoluta compreendendo a taxa de dados solicitada é transmitida periodicamente. A referência absoluta permite que a estação base 4 determine a taxa de dados exata solicitada pela estação móvel 6. Para cada partição de tempo entre as transmissões das referências absolutas, a estação móvel 6 transmite uma referência relativa à estação base 4, que indica se a taxa de dados solicitada para a próxima partição de tempo é mais elevada, mais baixa, ou igual à taxa de dados solicitada para a partição de tempo anterior. Periodicamente, a estação móvel 6 transmite uma referência absoluta. A transmissão periódica do índice de taxa de dados permite que a taxa de dados solicitada seja ajustada para um estado conhecido e assegura que recepções errôneas das referências relativas não se acumulem. O uso de referências absolutas e referências relativas pode reduzir a taxa de transmissão das mensagens DRC para a estação base 6. Outros protocolos para a transmissão da taxa de dados solicitada podem também ser contemplados e estão dentro do escopo da presente invenção.

XVI. CANAL DE ACESSO DE LINK REVERSO

O canal de acesso é usado pela estação móvel 6 para transmissão de mensagens à estação base 4 durante a fase de registro. Na modalidade exemplar, o canal de acesso é implementado usando uma estrutura particionada com cada partição sendo acessada aleatoriamente pela estação móvel 6. Na modalidade exemplar, o canal de acesso é multiplexado no tempo com o canal DRC.

Na modalidade exemplar, o canal de acesso

transmite mensagens em cápsulas de canal de acesso. Na modalidade exemplar, o formato de quadro de canal de acesso é idêntico ao especificado pela norma IS-95, exceto pelo fato de que a temporização é de quadros de 26,67 ms em lugar dos quadros de 20 ms especificados pela norma IS-95. O diagrama de uma cápsula de canal de acesso exemplar é apresentado na Figura 7B. Na modalidade exemplar, cada cápsula de canal de acesso 712 compreende o preâmbulo 722, uma ou mais cápsulas de mensagem 724 e bits de preenchimento 726. Cada cápsula de mensagem 724 compreende o campo de comprimento de mensagem (MSG LEN) 732, o corpo da mensagem 734 e os bits de paridade CRC 736.

XVII. CANAL NACK DE LINK REVERSO

Na presente invenção, a estação móvel 6 transmite as mensagens NACK através do canal de dados. A mensagem NACK é gerada para cada pacote recebido com erro pela estação móvel 6. Na modalidade exemplar, as mensagens NACK podem ser transmitidas usando o formato de dados de sinalização Blank & Burst tal como descrito na Patente U.S. Nº 5,504,773 acima mencionada.

Apesar da presente invenção ter sido descrita no contexto de um protocolo NACK, o uso de um protocolo ACK pode ser contemplado e está dentro do escopo da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Transmissor para transmissão de dados em pacote em alta velocidade, caracterizado pelo fato de que compreende:

um codificador (114) para receber pacotes de dados e codificar tais pacotes de dados em pacotes codificados;

um elemento de puncionamento de quadros (118) para receber os pacotes codificados e puncionar uma porção dos pacotes codificados para prover pacotes puncionados;

um controlador de taxa variável (130) conectado ao elemento de puncionamento de quadro para receber os pacotes puncionados e demultiplexar os pacotes puncionados em canais paralelos;

um elemento de cobertura Walsh (132) conectado ao controlador de taxa variável (130) para receber os canais paralelos e cobrir os canais paralelos com coberturas Walsh para prover canais ortogonais; e

um elemento de ganho (134) conectado ao elemento de cobertura Walsh (132) para receber os canais ortogonais e escalonar os canais ortogonais para prover canais escalonados.

2. Transmissor, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um dentre os canais paralelos possui uma taxa de dados fixa.

3. Transmissor, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

um multiplexador (160) conectado ao elemento de ganho, o multiplexador (160) multiplexando rajadas de piloto e de controle de potência com os canais escalonados para prover canais Walsh.

4. Transmissor, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que as rajadas de piloto e de controle de potência estão localizadas em posições fixas no interior de cada partição de tempo.

5. Transmissor, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que as rajadas de piloto e de controle de potência são providas em duas posições no interior de cada partição de tempo.

6. Transmissor, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

um multiplexador (160) conectado ao elemento de ganho, o multiplexador (160) multiplexando um preâmbulo com os canais escalonados para prover canais Walsh.

7. Transmissor, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

um embaralhador (122) interposto entre o elemento de puncionamento de quadros (118) e o controlador de taxa variável (130), o embaralhador (122) embaralhando os pacotes puncionados com uma sequência de embaralhamento.

8. Transmissor, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada uma das coberturas Walsh possui comprimento de 16 bits.

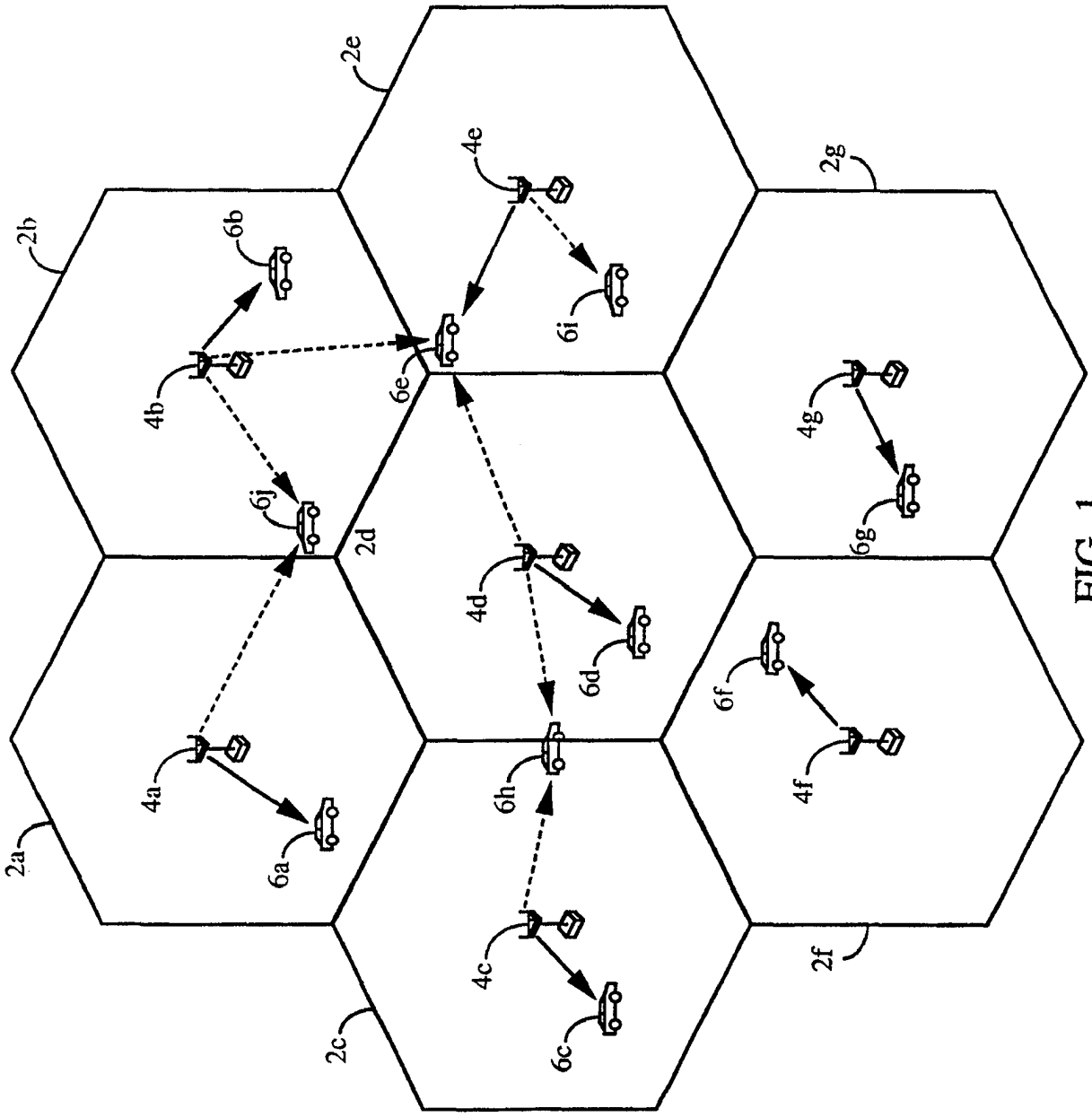


FIG. 1

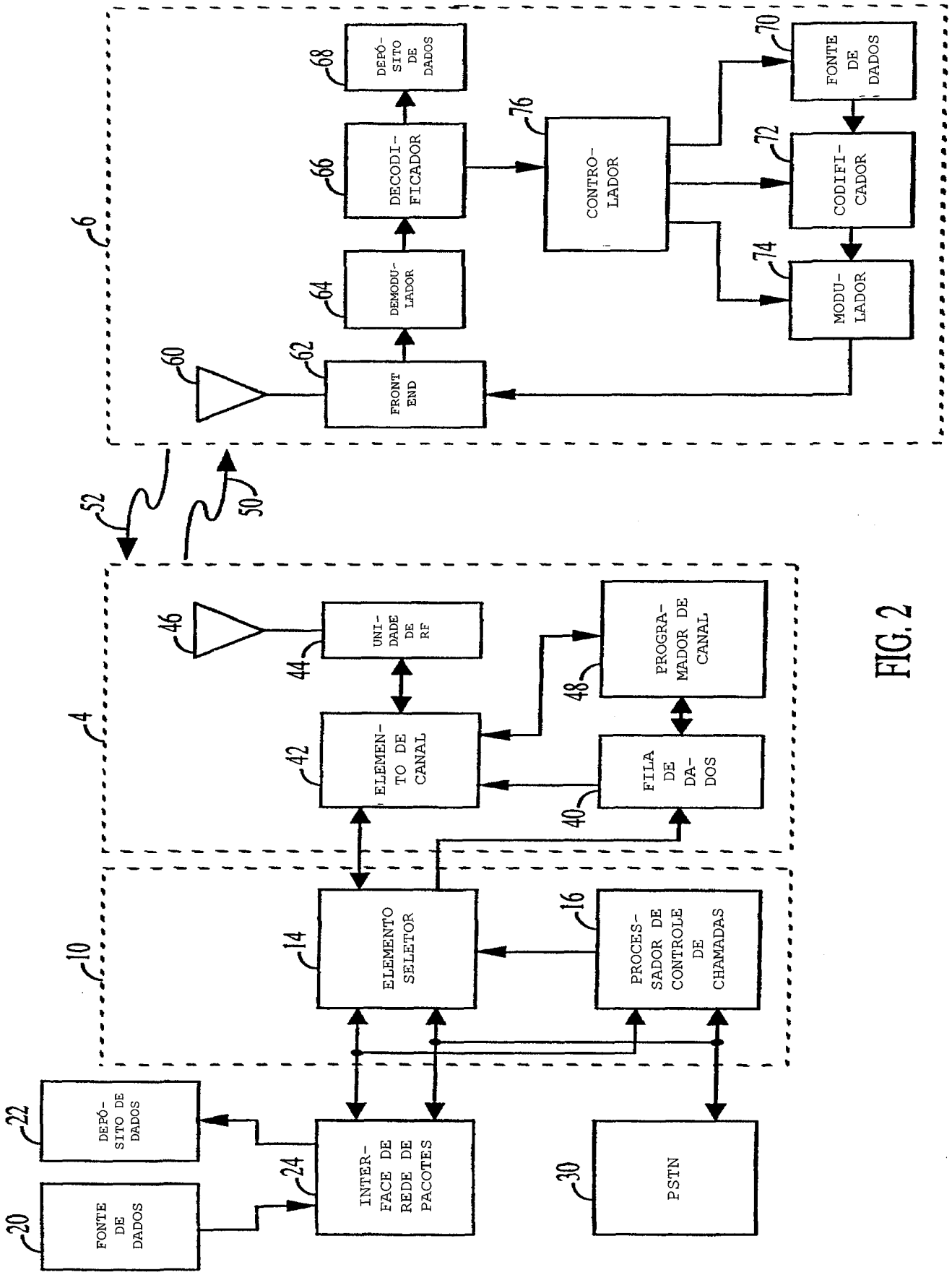

FONTE DE DADOS
20
DEPÓ-SITO DE DADOS
22
INTER-FACE DE REDE DE PACOTES
24
ELEMENTO SELETOR
14
PROCES-SADOR DE CONTROLE DE CHAMADAS
16
PSTN
30
10
ELEMEN-TO DE CANAL
42
FILA DE DA-DOS
40
PROGRA-MADOR DE CANAL
48
UNI-DADE DE RF
44
46
4
52
50
6
FRONT END
62
60
DEMODU-LADOR
64
DECODI-FICADOR
66
DEPÓ-SITO DE DADOS
68
CONTRO-LADOR
76
MODU-LADOR
74
CODIFI-CADOR
72
FONTE DE DADOS
70

FIG. 2

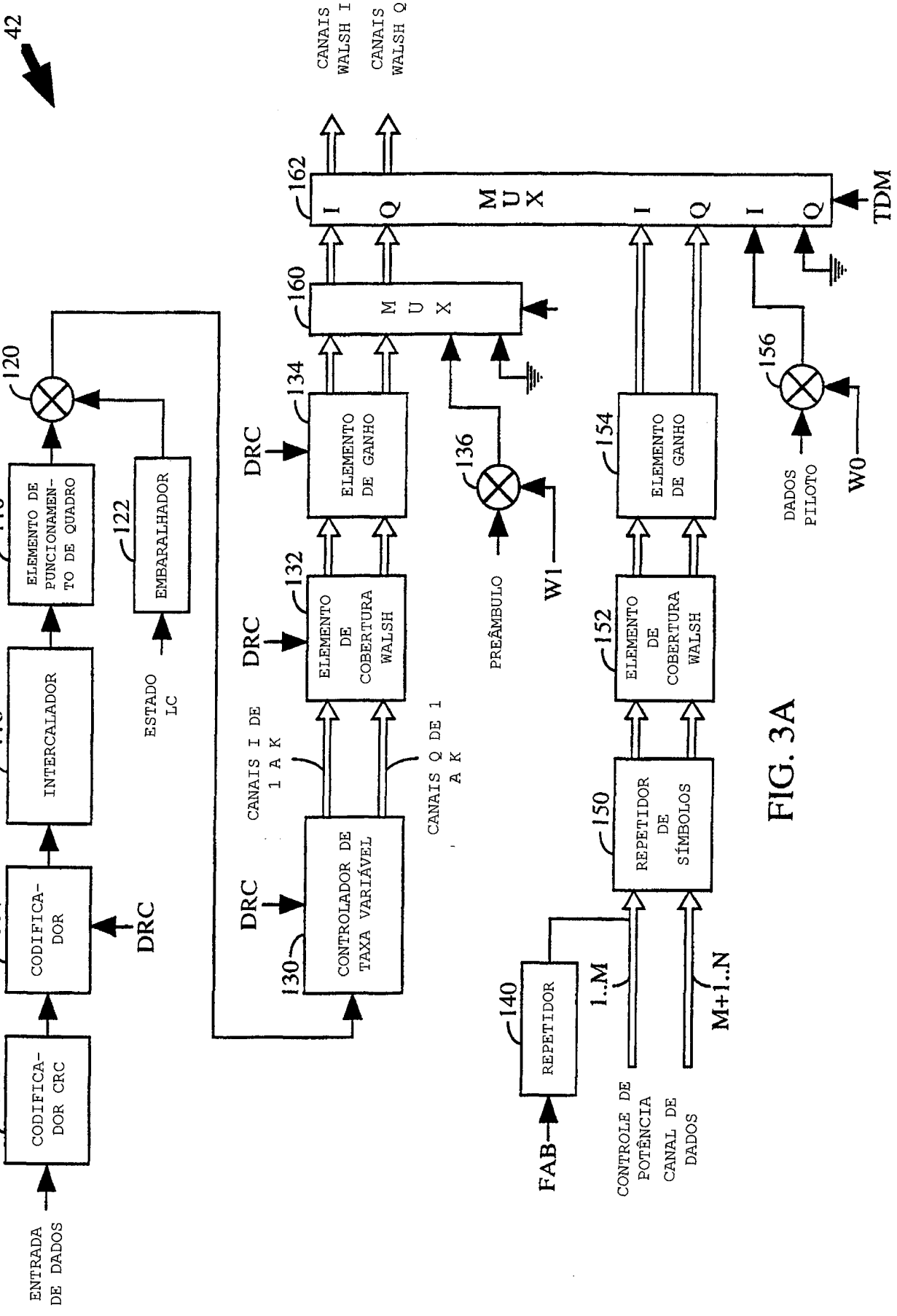

42
ENTRADA DE DADOS
112
CODIFICADOR CRC
114
CODIFICADOR
DRC
116
INTERCALADOR
118
ELEMENTO DE PUNCIONAMENTO DE QUADRO
120
122
EMBARALHADOR
ESTADO LC
DRC
130
CONTROLADOR DE TAXA VARIÁVEL
CANAIS I DE 1 A K
CANAIS Q DE 1 A K
DRC
132
ELEMENTO DE COBERTURA WALSH
DRC
134
ELEMENTO DE GANHO
136
PREÂMBULO
W1
160
MUX
162
I
Q
MUX
CANAIS WALSH I
CANAIS WALSH Q
TDM
154
ELEMENTO DE GANHO
156
DADOS PILOTO
W0
152
ELEMENTO DE COBERTURA WALSH
150
REPETIDOR DE SÍMBOLOS
1..M
M+1..N
CONTROLE DE POTÊNCIA
CANAL DE DADOS
140
REPETIDOR
FAB

FIG. 3A

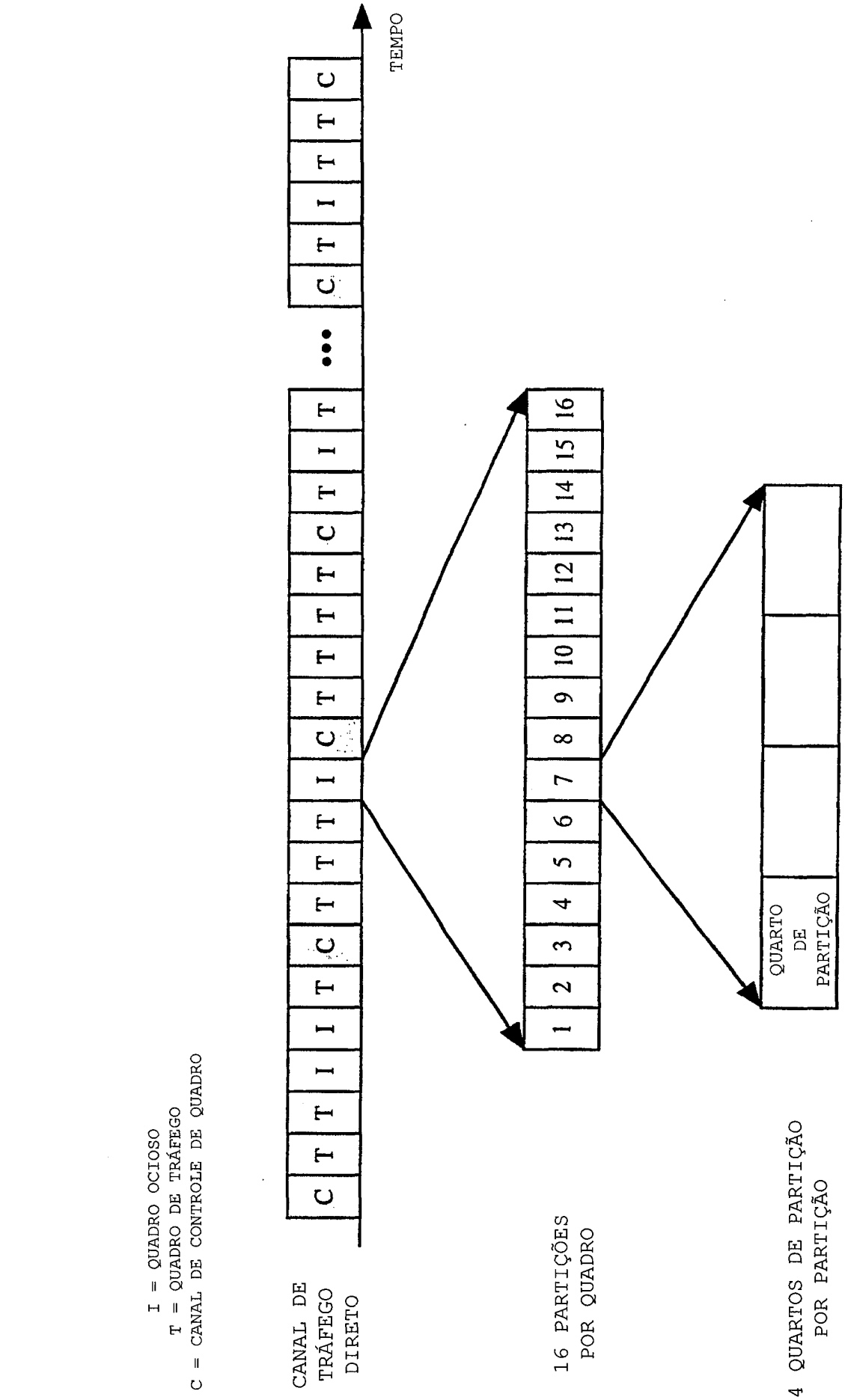

I = QUADRO OCIOSO
T = QUADRO DE TRÁFEGO
C = CANAL DE CONTROLE DE QUADRO
CANAL DE TRÁFEGO DIRETO
TEMPO
16 PARTIÇÕES POR QUADRO
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
4 QUARTOS DE PARTIÇÃO POR PARTIÇÃO
QUARTO DE PARTIÇÃO

FIG. 4A

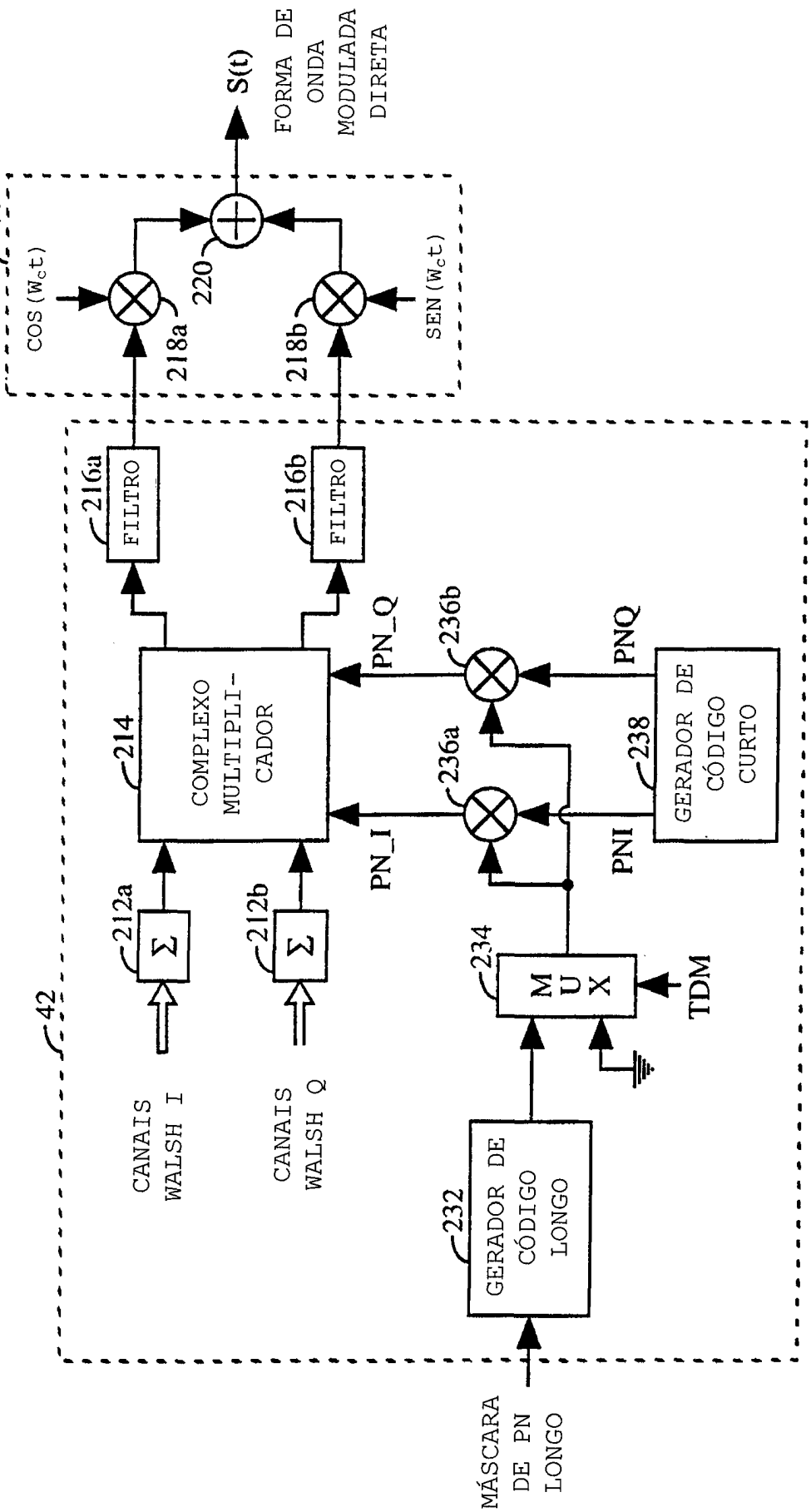

MÁSCARA DE PN LONGO
42
GERADOR DE CÓDIGO LONGO
232
CANAIS WALSH I
CANAIS WALSH Q
212a
212b
Σ
Σ
234
MUX
TDM
PN_I
PN_Q
PNI
PNQ
236a
236b
238
GERADOR DE CÓDIGO CURTO
214
COMPLEXO MULTIPLI-CADOR
216a
216b
FILTRO
FILTRO
218a
218b
220
44
COS(WcT)
SEN(WcT)
S(t)
FORMA DE ONDA MODULADA DIRETA

FIG. 3B

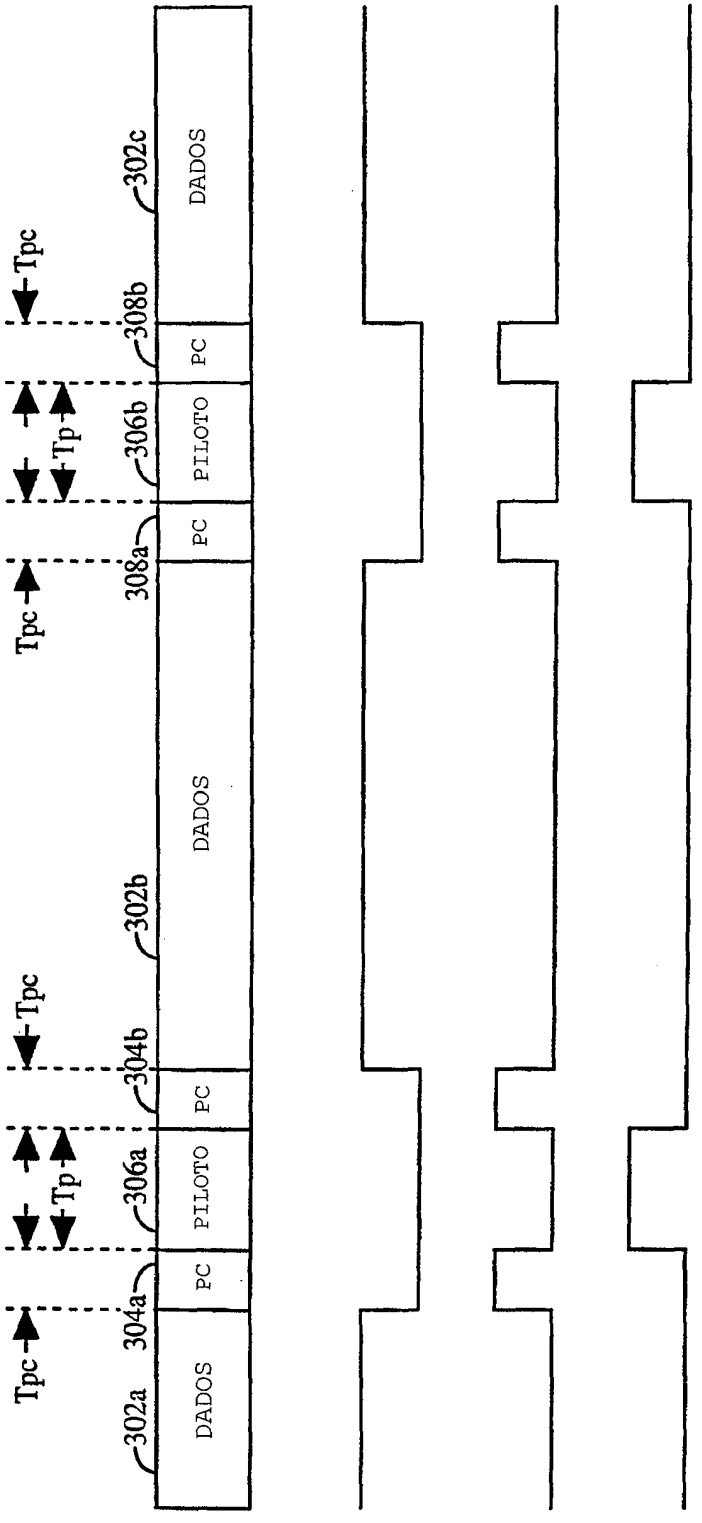

1 PARTIÇÃO
CANAL DE TRÁFEGO DIRETO
CANAL DE CONTROLE DE POTÊNCIA
CANAL PILOTO
Tpc
Tp
302a
DADOS
304a
PC
306a
PILOTO
304b
PC
302b
DADOS
308a
PC
306b
PILOTO
308b
PC
302c
DADOS

FIG. 4B

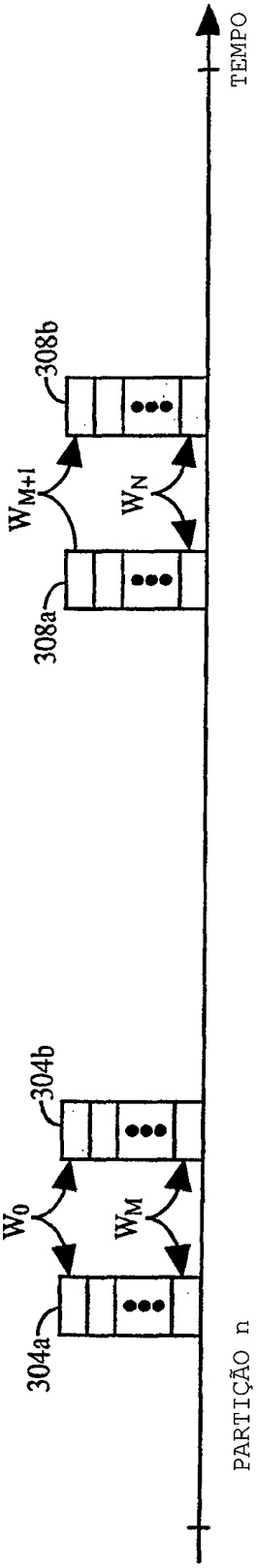

TEMPO
CANAL DE CONTROLE DE POTÊNCIA
PARTIÇÃO n
304a
W_0
W_M
304b
308a
W_{M+1}
W_N
308b

FIG. 4C

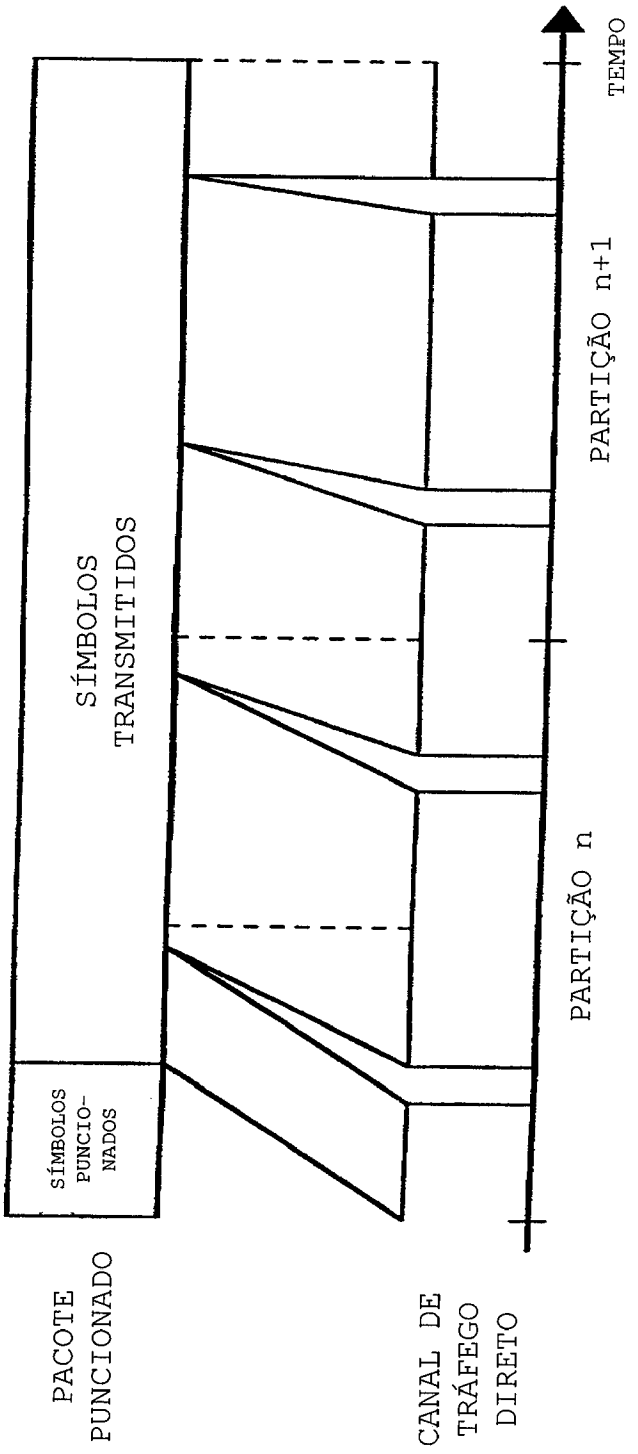

PACOTE PUNCIONADO
SÍMBOLOS PUNCIO-NADOS
SÍMBOLOS TRANSMITIDOS
CANAL DE TRÁFEGO DIRETO
PARTIÇÃO n
PARTIÇÃO n+1
TEMPO

FIG. 4D

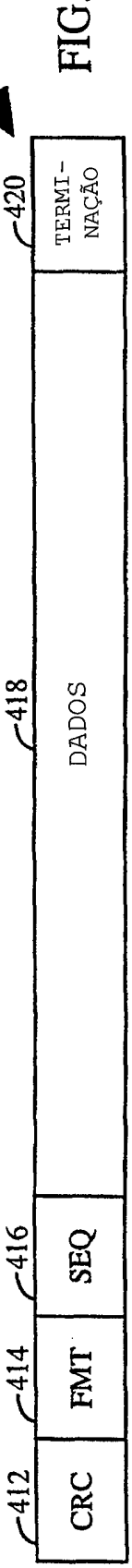


FIG. 4E

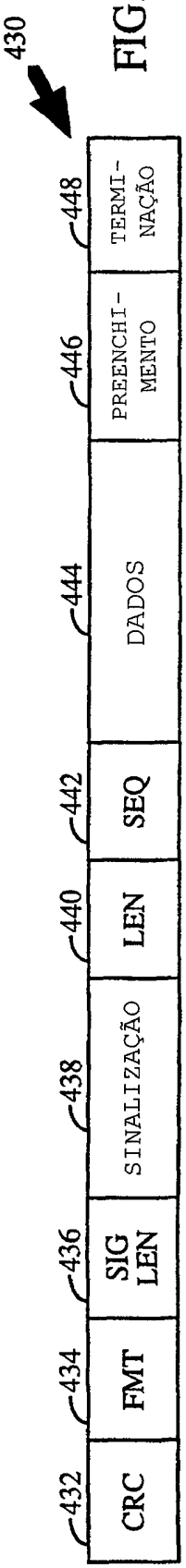


FIG. 4F

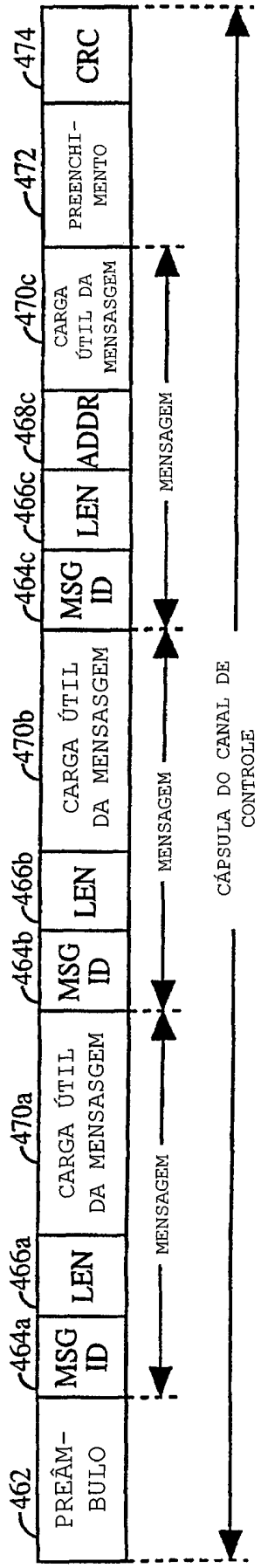


FIG. 4G

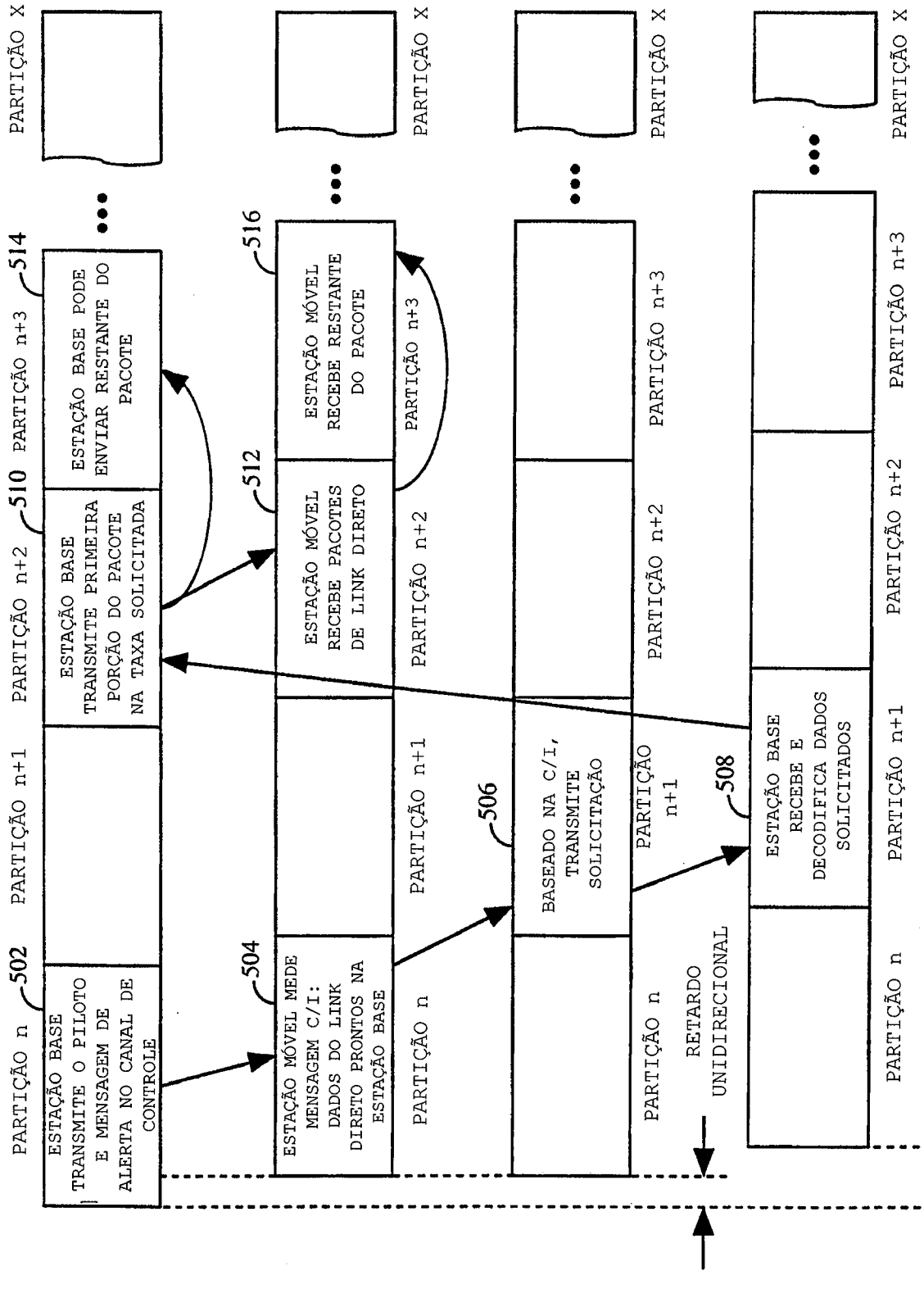

ESTAÇÃO BASE TRANSMITE
ESTAÇÃO MÓVEL RECEBE
ESTAÇÃO MÓVEL TRANSMITE
ESTAÇÃO BASE RECEBE
PARTIÇÃO n
PARTIÇÃO n+1
PARTIÇÃO n+2
PARTIÇÃO n+3
PARTIÇÃO X
502
504
506
508
510
512
514
516
ESTAÇÃO BASE TRANSMITE O PILOTO E MENSAGEM DE ALERTA NO CANAL DE CONTROLE
ESTAÇÃO MÓVEL MEDE MENSAGEM C/I: DADOS DO LINK DIRETO PRONTOS NA ESTAÇÃO BASE
BASEADO NA C/I, TRANSMITE SOLICITAÇÃO
ESTAÇÃO BASE RECEBE E DECODIFICA DADOS SOLICITADOS
ESTAÇÃO BASE TRANSMITE PRIMEIRA PORÇÃO DO PACOTE NA TAXA SOLICITADA
ESTAÇÃO MÓVEL RECEBE PACOTES DE LINK DIRETO
ESTAÇÃO MÓVEL RECEBE RESTANTE DO PACOTE
ESTAÇÃO BASE PODE ENVIAR RESTANTE DO PACOTE
RETARDO UNIDIRECIONAL
RETARDO DE IDA E VOLTA

FIG. 5

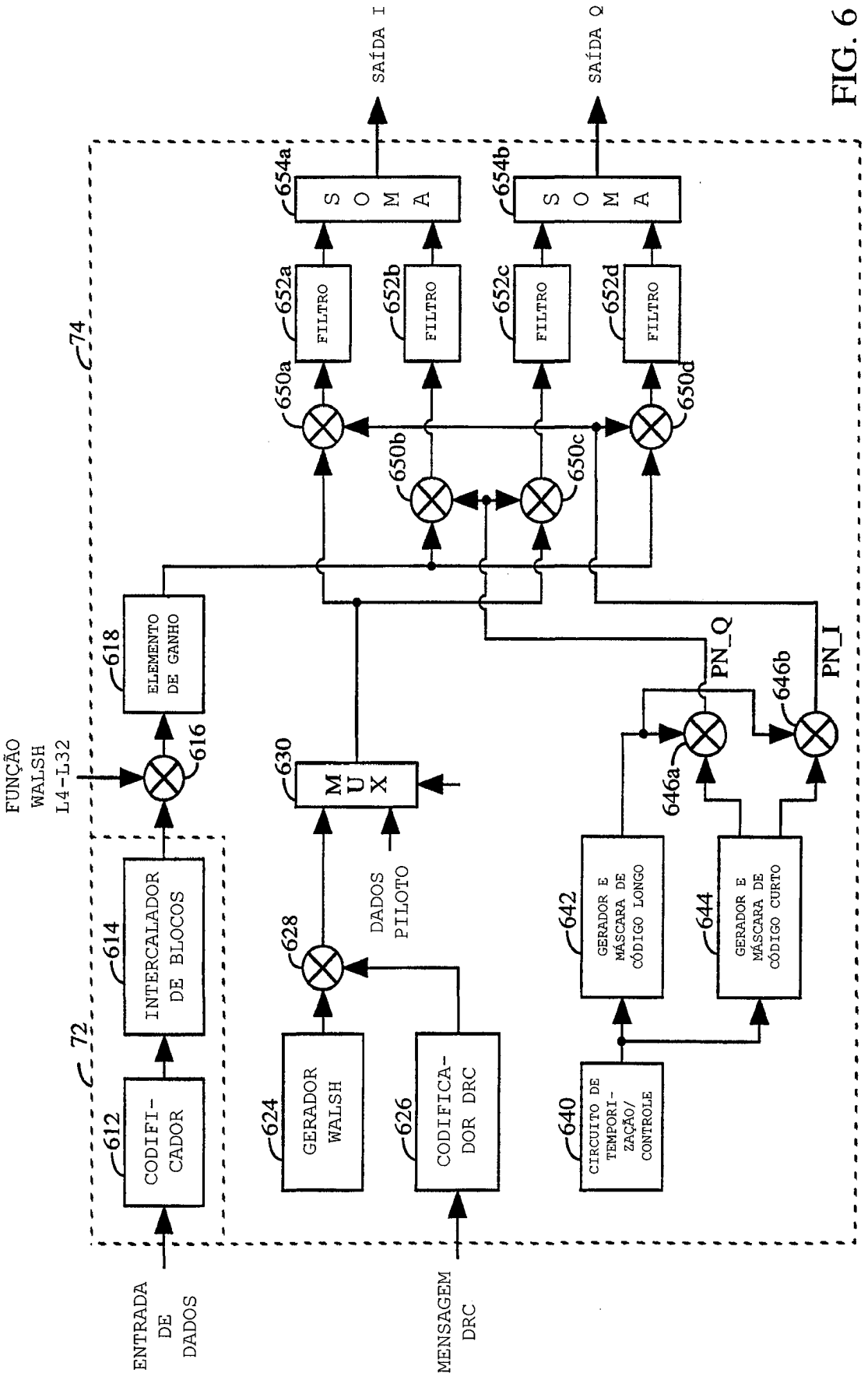

ENTRADA DE DADOS
MENSAGEM DRC
FUNÇÃO WALSH L4-L32
72
74
612 CODIFI-CADOR
614 INTERCALADOR DE BLOCOS
616
618 ELEMENTO DE GANHO
624 GERADOR WALSH
626 CODIFICA-DOR DRC
628
630 MUX
DADOS PILOTO
640 CIRCUITO DE TEMPORI-ZAÇÃO/ CONTROLE
642 GERADOR E MÁSCARA DE CÓDIGO LONGO
644 GERADOR E MÁSCARA DE CÓDIGO CURTO
646a
646b
PN_Q
PN_I
650a
650b
650c
650d
652a FILTRO
652b FILTRO
652c FILTRO
652d FILTRO
654a SOMA
654b SOMA
SAÍDA I
SAÍDA Q

FIG. 6

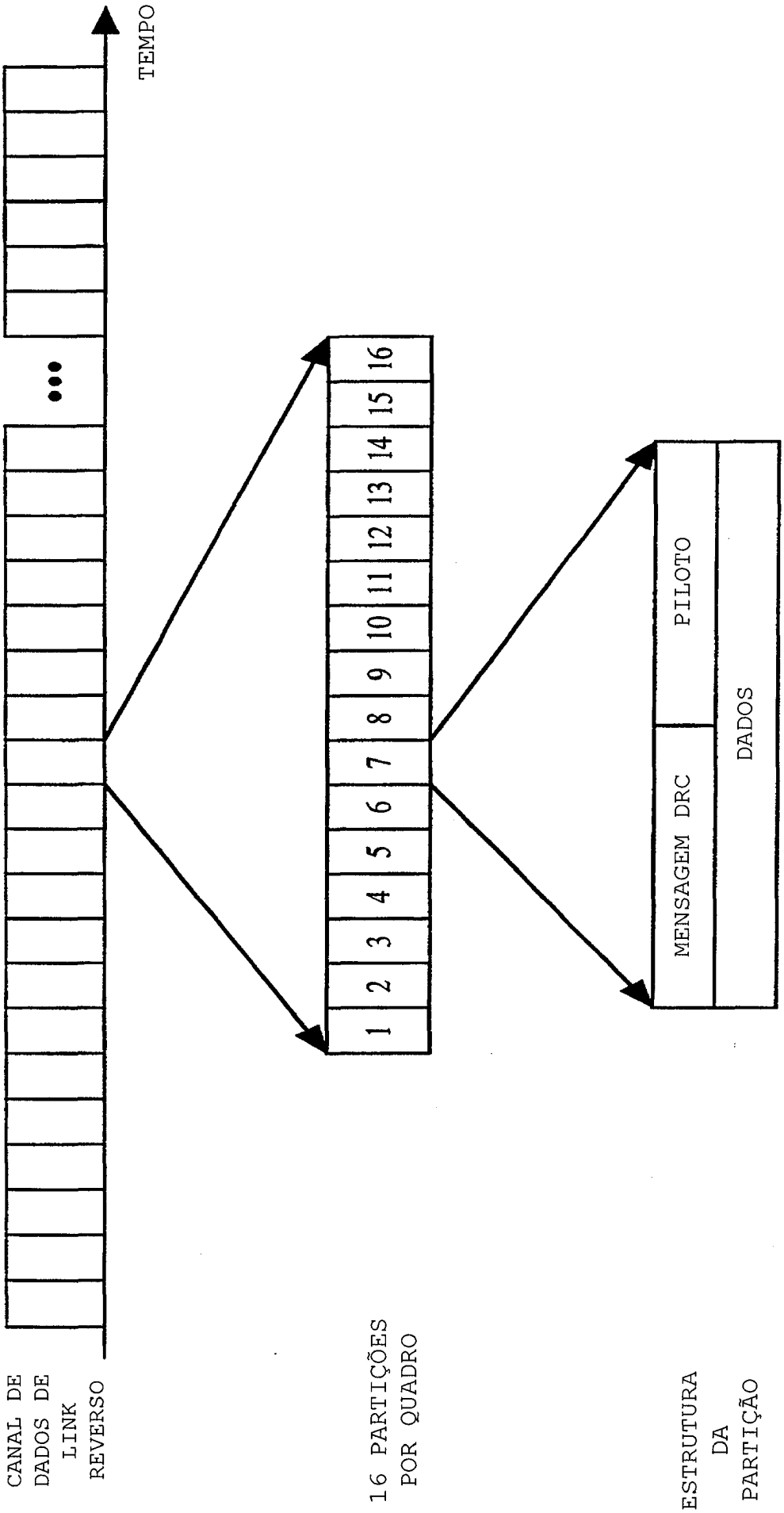

CANAL DE DADOS DE LINK REVERSO
TEMPO
16 PARTIÇÕES POR QUADRO
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
ESTRUTURA DA PARTIÇÃO
MENSAGEM DRC
PILOTO
DADOS

FIG. 7A

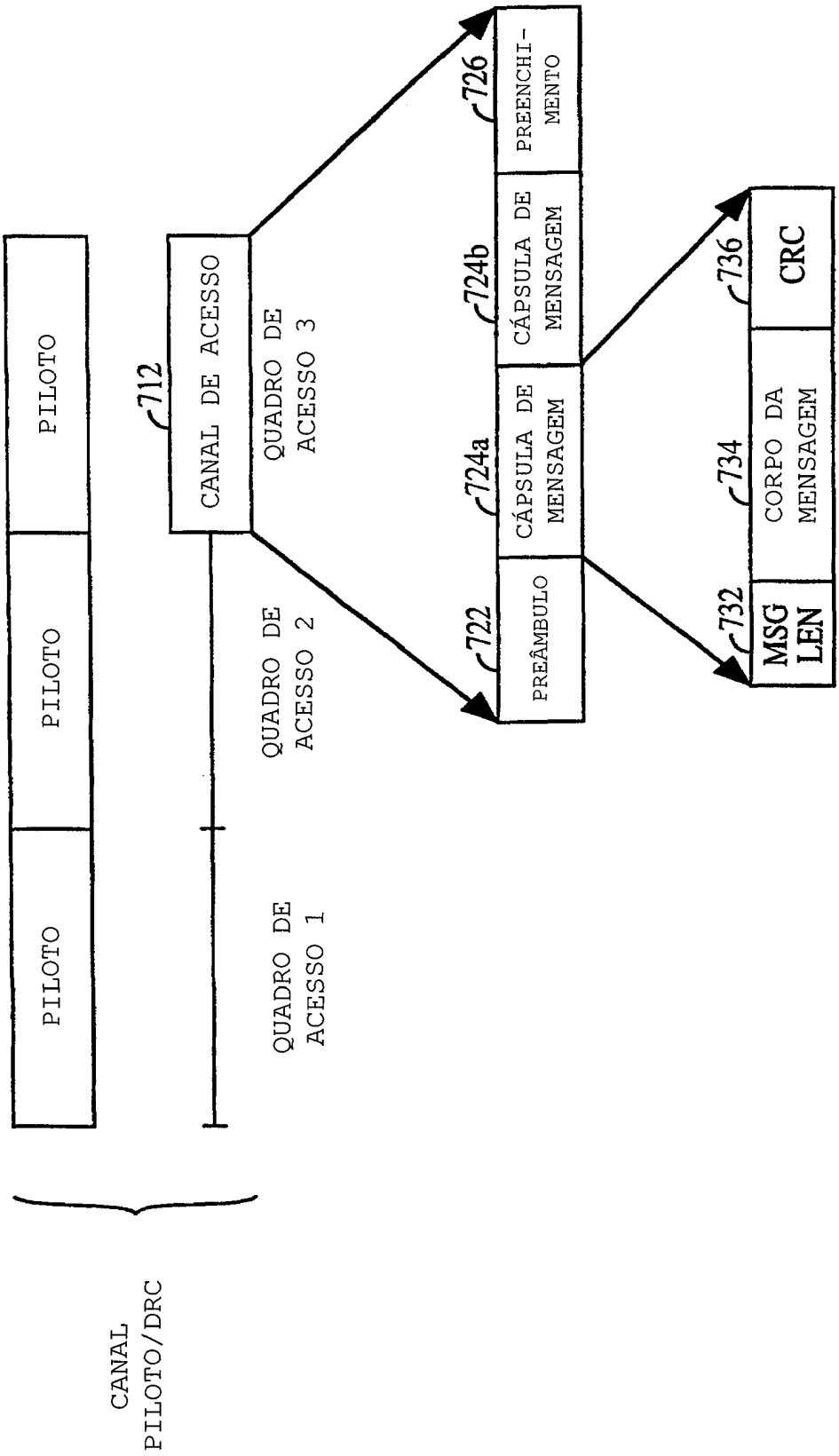

CANAL PILOTO/DRC
PILOTO
PILOTO
PILOTO
QUADRO DE ACESSO 1
QUADRO DE ACESSO 2
QUADRO DE ACESSO 3
712
CANAL DE ACESSO
722
PREÂMBULO
724a
CÁPSULA DE MENSAGEM
724b
CÁPSULA DE MENSAGEM
726
PREENCHI-MENTO
732
MSG LEN
734
CORPO DA MENSAGEM
736
CRC

FIG. 7B

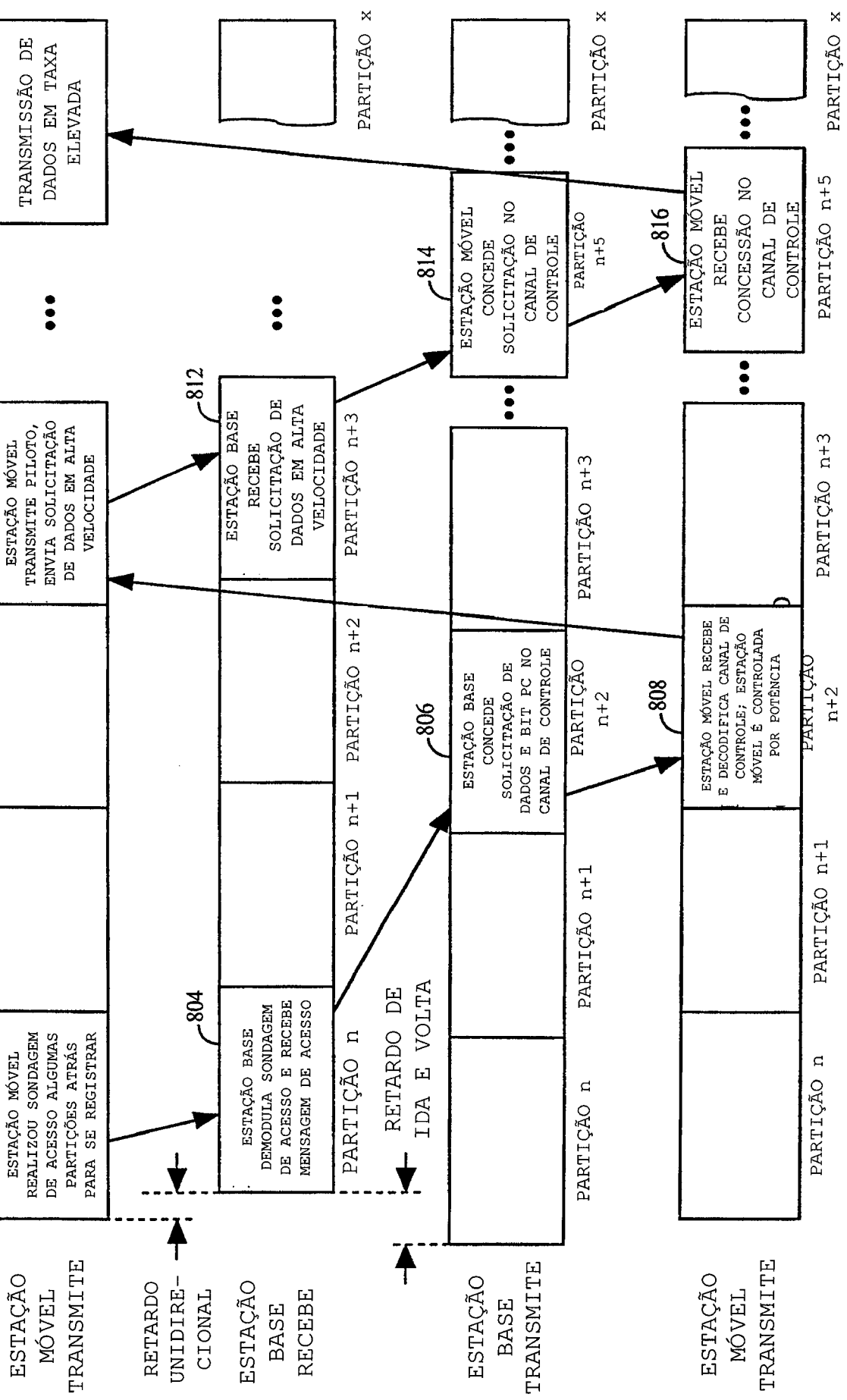

ESTAÇÃO MÓVEL TRANSMITE
RETARDO UNIDIRE-CIONAL
ESTAÇÃO BASE RECEBE
ESTAÇÃO BASE TRANSMITE
ESTAÇÃO MÓVEL TRANSMITE
PARTIÇÃO n
PARTIÇÃO n+1
PARTIÇÃO n+2
PARTIÇÃO n+3
PARTIÇÃO n+5
PARTIÇÃO n+6
PARTIÇÃO x
RETARDO DE IDA E VOLTA
802
804
806
808
810
812
814
816
818
ESTAÇÃO MÓVEL REALIZOU SONDAGEM DE ACESSO ALGUMAS PARTIÇÕES ATRÁS PARA SE REGISTRAR
ESTAÇÃO BASE DEMODULA SONDAGEM DE ACESSO E RECEBE MENSAGEM DE ACESSO
ESTAÇÃO BASE CONCEDE SOLICITAÇÃO DE DADOS E BIT PC NO CANAL DE CONTROLE
ESTAÇÃO MÓVEL RECEBE E DECODIFICA CANAL DE CONTROLE; ESTAÇÃO MÓVEL É CONTROLADA POR POTÊNCIA
ESTAÇÃO MÓVEL TRANSMITE PILOTO, ENVIA SOLICITAÇÃO DE DADOS EM ALTA VELOCIDADE
ESTAÇÃO BASE RECEBE SOLICITAÇÃO DE DADOS EM ALTA VELOCIDADE
ESTAÇÃO MÓVEL CONCEDE SOLICITAÇÃO NO CANAL DE CONTROLE
ESTAÇÃO MÓVEL RECEBE CONCESSÃO NO CANAL DE CONTROLE
TRANSMISSÃO DE DADOS EM TAXA ELEVADA

FIG. 8

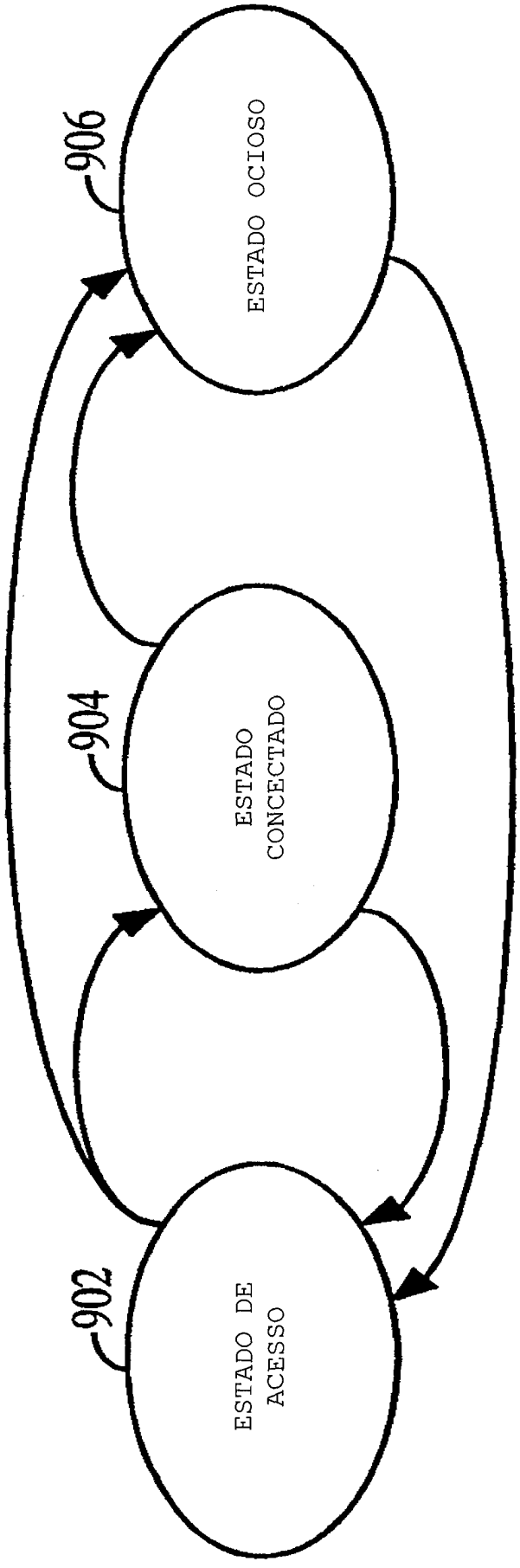

906
ESTADO OCIOSO
904
ESTADO CONCECTADO
902
ESTADO DE ACESSO

FIG. 9

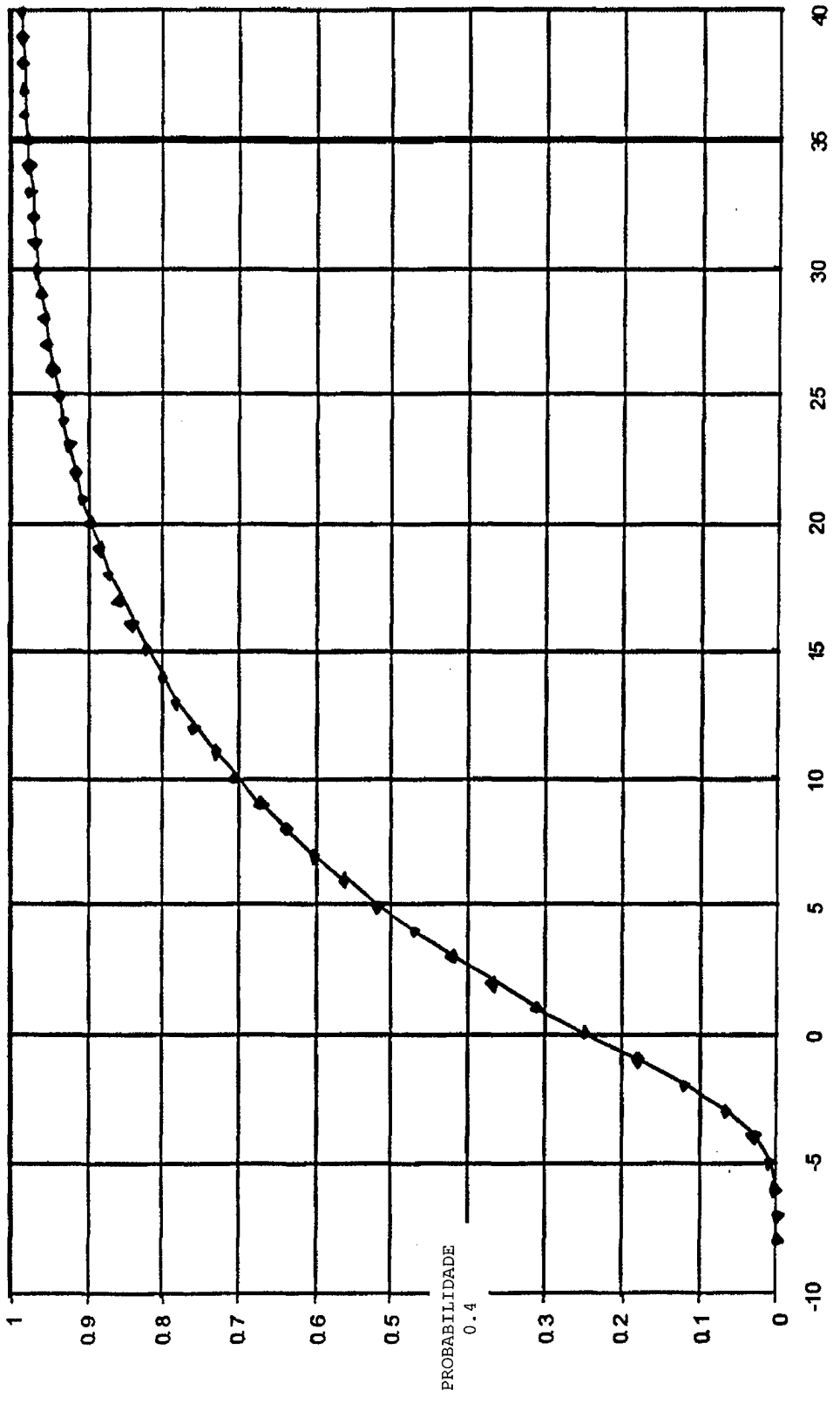

1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.3
0.2
0.1
0
-10
-5
0
5
10
15
20
25
30
35
40
C/I [dB]
PROBABILIDADE
0.4

FIG. 10

RESUMO

"MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS EM PACOTE EM ALTA VELOCIDADE A PARTIR DE PELO MENOS UMA ESTAÇÃO BASE PARA UMA ESTAÇÃO MÓVEL, E MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS EM PACOTE EM ALTA VELOCIDADE A PARTIR DE UMA ESTAÇÃO BASE PARA UMA ESTAÇÃO MÓVEL"

Em um sistema de comunicação de dados capaz de transmitir a taxas variáveis, a transmissão de dados em pacotes em taxas elevadas melhora a utilização do link direto e reduz o retardo de transmissão. A transmissão de dados no link direto é multiplexada no tempo e a estação base transmite na taxa de dados mais elevada suportada pelo link direto em cada partição de tempo para uma estação móvel. A taxa de dados é determinada pela maior medição C/I dos sinais de link direto conforme medidos na estação móvel. Quando da determinação de um pacote de dados recebido com erro, a estação móvel transmite uma mensagem NACK de volta à estação base. A mensagem NACK resulta na retransmissão do pacote de dados recebido com erro. Os pacotes de dados podem ser transmitidos fora de sequência pelo uso de um número de sequência para identificar cada unidade de dados dentro dos pacotes de dados.