

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

| | |
|--|---|
| (22) Data de pedido: 1998.11.03 | (73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED 5775 MOREHOUSE DRIVE SAN DIEGO, CA 92121-1714 US |
| (30) Prioridade(s): 1997.11.03 US 963386 | |
| (43) Data de publicação do pedido: 2009.08.26 | |
| (45) Data e BPI da concessão: 2014.12.17 031/2015 | (72) Inventor(es): ROBERTO PADOVANI US NAGABHUSHANA T. SINDHUSHAYANA US CHARLES E. WHEATLEY III US PETER J. BLACK US MATTHEW GROB US |
| | (74) Mandatário: ANTÓNIO INFANTE DA CÂMARA TRIGUEIROS DE ARAGÃO RUA DO PATROCÍNIO, Nº 94 1399-019 LISBOA PT |

(54) Epígrafe: **MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS EM PACOTES A ALTA VELOCIDADE**

(57) Resumo:

NUM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DE DADOS APTO A EFECTUAR UMA TRANSMISSÃO COM VELOCIDADE VARIÁVEL, A TRANSMISSÃO DE DADOS EM PACOTES A ALTA VELOCIDADE MELHORA A UTILIZAÇÃO DA LIGAÇÃO DESCENDENTE E DIMINUI O ATRASO DA TRANSMISSÃO. A TRANSMISSÃO DE DADOS NA LIGAÇÃO DESCENDENTE É MULTIPLEXADA NO TEMPO E A ESTAÇÃO BASE TRANSMITE COM A VELOCIDADE DE TRANSMISSÃO DE DADOS MAIS ALTA SUPOSTADA PELA LIGAÇÃO DESCENDENTE EM CADA INTERVALO DE TEMPO PARA UMA ESTAÇÃO MÓVEL. A VELOCIDADE DE TRANSMISSÃO DE DADOS É DETERMINADA PELA MAIOR MEDIÇÃO DA C/I DOS SINAIS DE LIGAÇÃO DESCENDENTE, MEDIDA NA ESTAÇÃO MÓVEL. APÓS DETERMINAR UM PACOTE DE DADOS RECEBIDO COM ERRO, A ESTAÇÃO MÓVEL TRANSMITE UMA MENSAGEM NACK DE VOLTA PARA A ESTAÇÃO BASE. A MENSAGEM NACK DÁ ORIGEM A UMA RETRANSMISSÃO DO PACOTE DE DADOS RECEBIDO COM ERRO. OS PACOTES DE DADOS PODEM SER TRANSMITIDOS NÃO SEQUENCIALMENTE UTILIZANDO UM NÚMERO DE SEQUÊNCIA PARA IDENTIFICAR CADA UNIDADE DE DADOS NO INTERIOR DOS PACOTES DE DADOS.

RESUMO

"MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS EM PACOTES A ALTA VELOCIDADE"

Num sistema de comunicação de dados apto a efectuar uma transmissão com velocidade variável, a transmissão de dados em pacotes a alta velocidade melhora a utilização da ligação descendente e diminui o atraso da transmissão. A transmissão de dados na ligação descendente é multiplexada no tempo e a estação base transmite com a velocidade de transmissão de dados mais alta suportada pela ligação descendente em cada intervalo de tempo para uma estação móvel. A velocidade de transmissão de dados é determinada pela maior medição da C/I dos sinais de ligação descendente, medida na estação móvel. Após determinar um pacote de dados recebido com erro, a estação móvel transmite uma mensagem NACK de volta para a estação base. A mensagem NACK dá origem a uma retransmissão do pacote de dados recebido com erro. Os pacotes de dados podem ser transmitidos não sequencialmente utilizando um número de sequência para identificar cada unidade de dados no interior dos pacotes de dados.

DESCRIÇÃO

"MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS EM PACOTES A ALTA VELOCIDADE"

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

I. Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a comunicações de dados. Mais particularmente, a presente invenção refere-se a um método e equipamento inovadores e melhorados para transmissão de dados em pacotes a alta velocidade.

II. Descrição da Técnica Relacionada

Exige-se que um sistema de comunicações actual suporte várias aplicações. Um sistema de comunicações desse tipo é um sistema de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA) que está conforme o documento "*TIA/EIA/IS-95 Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System*", designado daqui em diante como norma IS-95. O sistema CDMA permite comunicações de voz e dados entre utilizadores através de uma ligação terrestre. A utilização de técnicas CDMA num sistema de comunicações de acesso múltiplo é divulgada na Patente U.S. Nº 4901307, intitulada "*SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE TERRESTRIAL REPEATERS*", e Patente U.S. Nº 5103459, intitulada "*SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING WAVEFORMS A CDMA CELLULAR*

TELEPHONE SYSTEM", ambas atribuídas ao titular da presente invenção.

Nesta descrição, estação base refere-se ao hardware com o qual as estações móveis comunicam. Célula refere-se ao hardware ou à área de cobertura geográfica, consoante o contexto em que se utiliza o termo. Um sector é uma secção de uma célula. Dado que um sector de um sistema CDMA tem os atributos de uma célula, as explicações descritas em termos de células são facilmente aplicadas aos sectores.

No sistema CDMA, as comunicações entre utilizadores são conduzidas através de uma ou mais estações base. Um primeiro utilizador numa estação móvel comunica com um segundo utilizador numa segunda estação móvel ao transmitir dados na ligação ascendente para uma estação base. A estação base recebe os dados e pode encaminhar os dados para outra estação base. Os dados são transmitidos na ligação descendente da mesma estação base, ou de uma segunda estação base, para a segunda estação móvel. A ligação descendente refere-se à transmissão desde a estação base para uma estação móvel, e a ligação ascendente refere-se à transmissão desde a estação móvel para uma estação base. Em sistemas IS-95, atribuem-se frequências distintas à ligação descendente e à ligação ascendente.

A estação móvel comunica com, pelo menos, uma estação base durante uma comunicação. As estações móveis CDMA estão aptas a comunicar com múltiplas estações base, simultaneamente, durante uma transferência suave. Uma transferência suave consiste no processo de estabelecer uma ligação com uma nova estação base antes de interromper a ligação com a estação base anterior. Uma transferência suave minimiza a probabilidade de queda de

chamadas. O método e sistema para proporcionar uma comunicação com uma estação móvel através de mais do que uma estação base durante o processo de transferência suave são divulgados na Patente U.S. N° 5267261, intitulada *"MOBILE ASSISTED SOFT HANDOFF A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM"*, atribuída ao titular da presente invenção. Uma transferência suave é o processo através do qual a comunicação ocorre através de múltiplos sectores que são servidos pela mesma estação base. O processo de transferência suave está descrito, de modo pormenorizado, no Pedido de Patente U.S. co-pendente com o N° de Série 08/763498, intitulado *"METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING HANDOFF BETWEEN SECTORS OF A COMMON BASE STATION"*, apresentado em 11 de Dezembro de 1996, atribuído ao titular da presente invenção e publicado em 03 de Agosto de 1999 com o número de publicação US 5933787.

Devido a uma procura crescente de aplicações de dados sem fios, a necessidade de sistemas de comunicações de dados sem fios muito eficientes tem vindo a ser cada vez mais significativa. A norma IS-95 está apta a transmitir dados de tráfego e dados de voz utilizando as ligações descendente e ascendente. Um método para transmitir dados de tráfego em tramas de canal codificado com tamanho fixo está descrito, de modo pormenorizado, na Patente U.S. N° 5504773, intitulada *"METHOD AND APPARATUS FOR THE FORMATTING OF DATA FOR TRANSMISSION"*, atribuída ao titular da presente invenção. De acordo com a norma IS-95, os dados de tráfego ou dados de voz são divididos em tramas de canal codificado com uma duração de 20 ms e com velocidades de transmissão de dados tão elevadas quanto 14,4 Kbps.

Uma diferença significativa entre serviços de voz e serviços de dados reside no facto de os primeiros imporem

requisitos de atraso rígidos e fixos. O atraso unidireccional global de tramas de voz deve ser, tipicamente, inferior a 100 ms. Pelo contrário, o atraso de dados pode tornar-se num parâmetro variável utilizado para otimizar a eficiência do sistema de comunicação de dados. Especificamente, podem utilizar-se técnicas de codificação de correcção de erros mais eficientes que requerem atrasos significativamente maiores do que os que podem ser tolerados por serviços de voz. Um esquema de codificação eficiente exemplificativo para dados é divulgado no pedido de Patente U.S. com o N.º de Série 08/743688, intitulado *"SOFT DECISION OUTPUT DECODER FOR DECODING CONVOLUTIONALLY ENCODED CODEWORDS"*, apresentado em 6 de Novembro de 1996, atribuído ao titular da presente invenção e publicado em 14 de Maio de 1998 com o número de publicação WO 9820617 A1.

Outra diferença significativa entre serviços de voz e serviços de dados reside no facto dos primeiros exigirem uma qualidade de serviço (GOS) fixa e comum para todos os utilizadores. No que se refere a sistemas digitais que proporcionam serviços de voz, isto, tipicamente, traduz-se numa velocidade de transmissão igual e fixa para todos os utilizadores e num valor tolerável máximo para as taxas de erro das tramas de voz. Pelo contrário, no que se refere a serviços de dados, a GOS pode ser diferente de utilizador para utilizador e pode ser um parâmetro optimizado para aumentar a eficiência global do sistema de comunicação de dados. A GOS de um sistema de comunicação de dados é, tipicamente, definida como o atraso total a que se fica sujeito na transferência de uma quantidade predeterminada de dados, designada daqui em diante por pacote de dados.

Ainda outra diferença significativa entre serviços de voz e serviços de dados reside no facto de os primeiros exigirem uma

ligação de comunicações fiável que, no sistema de comunicações CDMA exemplificativo, é proporcionada por uma transferência suave. Uma transferência suave dá origem a transmissões redundantes a partir de duas ou mais estações base para melhorar a fiabilidade. No entanto, esta fiabilidade adicional não é exigida para a transmissão de dados, porque os pacotes de dados recebidos com erro podem ser retransmitidos. No que se refere a serviços de dados, a potência de transmissão utilizada para suportar uma transferência suave pode ser utilizada, mais eficientemente, para transmitir dados adicionais.

Os parâmetros que medem a qualidade e eficiência de um sistema de comunicação de dados são o atraso de transmissão exigido para transferir um pacote de dados e na velocidade de tráfego média do sistema. O atraso de transmissão não tem o mesmo impacto na comunicação de dados que na comunicação de voz, mas é uma métrica importante para medir a qualidade do sistema de comunicação de dados. A velocidade de tráfego média é uma medida da eficiência da capacidade de transmissão de dados do sistema de comunicações.

É bem conhecido que, em sistemas celulares, a relação C/I do sinal versus ruído mais interferência de um qualquer dado utilizador é uma função da localização do utilizador dentro da área de cobertura. De modo a manter um dado nível de serviço, os sistemas TDMA e FDMA recorrem a técnicas de reutilização de frequência, *i. e.*, nem todos os canais de frequência e/ou intervalos de tempo são utilizados em cada estação base. Num sistema CDMA, a mesma atribuição de frequência é reutilizada em cada célula do sistema, melhorando, desse modo, a eficiência global. A C/I que a estação móvel de um qualquer dado utilizador obtém, determina a velocidade de transmissão de informação que

pode ser suportada para esta ligação em particular, desde a estação base até à estação móvel do utilizador. Dado o método de modulação específica e de correcção de erros utilizado para a transmissão, que a presente invenção procura otimizar no que se refere à transmissão de dados, obtém-se um dado nível de desempenho num nível da C/I correspondente. No que se refere a um sistema celular idealizado com configurações de célula hexagonais e utilizando uma frequência comum em cada célula, pode calcular-se a distribuição da C/I obtida no interior das células idealizadas.

A C/I obtida por um qualquer dado utilizador é uma função da atenuação da transmissão, que, para sistemas celulares terrestres, aumenta segundo r^3 a r^5 , em que r é a distância para a fonte de radiação. Além disso, a atenuação da transmissão está sujeita a variações aleatórias devidas a obstruções artificiais ou naturais na trajectória da onda de rádio. Estas variações aleatórias são, tipicamente, modeladas na forma de um processo aleatório de desvanecimento lento com um desvio padrão de 8 dB. A distribuição C/I resultante obtida para uma configuração celular hexagonal ideal com antenas omnidireccionais da estação base, lei de propagação r^4 e processo de desvanecimento com um desvio padrão de 8 dB é mostrada na Fig. 10.

A distribuição C/I obtida só pode ser conseguida se, num qualquer instante no tempo e em qualquer lugar, a estação móvel for servida pela melhor estação base, que é definida como a que consegue obter o maior valor da C/I, independentemente da distância física a cada estação base. Devido à natureza aleatória da atenuação de transmissão, como descrita anteriormente, o sinal com o maior valor de C/I pode ser um sinal que não tem a ver com a distância física mínima

relativamente à estação móvel. Pelo contrário, se se pretendesse que uma estação móvel só comunicasse através da estação base situada a uma distância mínima, a C/I poderia ser, sensivelmente, degradada. É, por conseguinte, benéfico que as estações móveis comuniquem, sempre, para e a partir da estação base que melhor efectua o serviço, obtendo-se, desse modo, o valor de C/I óptimo. Também se pode observar que a gama de valores da C/I obtida, no modelo idealizado anteriormente e conforme se mostra na Fig. 10, é tal que a diferença entre o valor mais elevado e o mais baixo pode ser tão alta quanto 10000. Numa implementação prática, a gama é, tipicamente, limitada a, aproximadamente, 1:100 ou 20 dB. É, por conseguinte, possível que uma estação base CDMA sirva estações móveis com velocidades de transmissão de bits de informação que possam variar tanto como um factor de 100, desde que a relação seguinte se mantenha:

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

em que R_b representa a velocidade de transmissão de informação para uma estação móvel particular, 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 exigida para obter um dado nível de desempenho. Por exemplo, se o sinal de espectro espalhado ocupar uma largura de banda W de 1,2288 MHz e uma comunicação fiável exigir uma E_b/I_0 média igual a 3 dB, então uma estação móvel que obtenha um valor da C/I de 3 dB para a melhor estação base pode comunicar com uma velocidade de transmissão de dados tão alta quanto 1,2288 Mbps. Por outro lado, se uma estação móvel for sujeita a uma interferência substancial

proveniente de estações base adjacentes e só consiga obter uma C/I de -7 dB, não se consegue suportar uma comunicação fiável com uma velocidade de transmissão de dados superior a 122,88 Kbps. Um sistema de comunicações concebido para otimizar a velocidade de tráfego média irá, por conseguinte, tentar servir cada utilizador remoto a partir da estação base que melhor efectua o serviço e com a velocidade R_b de transmissão de dados mais alta que o utilizador remoto possa suportar de modo fiável. O sistema de comunicação de dados da presente invenção explora a característica supracitada e otimiza o tráfego de dados desde as estações base CDMA até às estações móveis.

O documento WO 97/09810 dá a conhecer um sistema para comunicações com múltiplas velocidades de transmissão de dados permitindo diferentes velocidades de transmissão de dados para cada unidade de dados num canal, incluindo unidades de dados de diferentes unidades móveis e da mesma unidade móvel. Uma unidade de envio começa, de um modo preferido, pela determinação da velocidade à qual se inicia a comunicação e monitoriza, por exemplo, por utilização de um detector de RSSI, uma indicação de que a velocidade deve ser alterada. Um ajustador de velocidade implementa e pode fazer alterações tão frequentemente quanto cada unidade de dados.

Além disso, no documento US 5533004, é descrito um sistema de comunicação de rádio frequência (RF) que utiliza acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA) tendo intervalos de tempo com uma duração comum. É proporcionada uma quantidade de bits de informação a transmitir. Com base em, pelo menos em parte, nesse número de bits de informação a transmitir, é seleccionada uma técnica de modulação de entre uma pluralidade de técnicas de modulação.

O documento US 5434860 descreve um fluxo de dados em tempo real que é transmitido em pacotes de dados desde uma fonte de dados, de acordo com um protocolo predeterminado, através de uma rede partilhada. Os pacotes de dados do referido fluxo de dados em tempo real são recebidos no destino dos dados conectado à rede de área local. O destino dos dados determina uma velocidade de transmissão de dados sugerida para a fonte de dados com base, em parte, num número de pacotes de dados perdidos durante um intervalo de tempo anterior e transmite a velocidade de transmissão de dados sugerida para a fonte de dados.

Finalmente, o documento EP 0767548 A2 descreve um sistema de acesso múltiplo por divisão de código que proporciona um modo de alocação de uma velocidade de transmissão de dados aumentada a uma estação móvel requerente. Uma estação móvel solicitando uma velocidade de transmissão de dados acima da velocidade básica de transmissão de dados envia dados recebidos da intensidade de piloto para a sua estação base e estações base em células adjacentes. Os dados recebidos da intensidade de piloto são utilizados para determinar um aumento da velocidade de transmissão de dados a atribuir à estação móvel requerente.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A invenção é definida nas reivindicações independentes 1, 7, 13, 14, 15 e 16.

A presente invenção é um método e equipamento inovadores e melhorados para a transmissão de dados em pacotes a alta velocidade num sistema CDMA. A presente invenção melhora a

eficiência de um sistema CDMA ao proporcionar meios de transmissão de dados nas ligações descendente e ascendente. Cada estação móvel comunica com uma ou mais estações base e monitoriza os canais de controlo durante a comunicação com as estações base. Os canais de controlo podem ser utilizados pelas estações base para transmitir pequenas quantidades de dados, mensagens de *paging* endereçadas para uma estação móvel específica e para radiodifundir mensagens para todas as estações móveis. A mensagem de *paging* informa a estação móvel que a estação base tem uma grande quantidade de dados a transmitir para a estação móvel.

É um objectivo da presente invenção melhorar a utilização da capacidade de ligação descendente e ascendente no sistema de comunicação de dados. Após receber as mensagens de *paging* de uma ou mais estações base, a estação móvel mede a relação (C/I) de sinal versus ruído mais interferência dos sinais de ligação descendente (e. g., os sinais piloto de ligação descendente) em todos os intervalos de tempo e selecciona a melhor estação base utilizando um conjunto de parâmetros que podem compreender as actuais e anteriores medições da C/I. Num exemplo, em cada intervalo de tempo, a estação móvel transmite para a estação base seleccionada, num canal de solicitação de dados dedicado (DRC), uma solicitação para transmissão à velocidade de transmissão de dados mais alta que a C/I medida pode suportar de modo fiável. A estação base seleccionada transmite dados, em pacotes de dados, a uma velocidade de transmissão de dados que não excede a velocidade de transmissão de dados recebida da estação móvel no canal DRC. Ao transmitir desde a melhor estação base em cada intervalo de tempo, obtêm-se um tráfego e atraso de transmissão melhorados.

Outro exemplo é melhorar o desempenho ao transmitir desde a estação base seleccionada, à potência de pico de transmissão durante um ou mais intervalos de tempo, para uma estação móvel, à velocidade de transmissão de dados solicitada pela estação móvel. No sistema de comunicações CDMA exemplificativo, as estações base funcionam com uma redução de potência predeterminada (e. g., 3 dB) relativamente à potência de transmissão disponível para ter em conta variações na utilização. Deste modo, a potência de transmissão média é metade da potência de pico. No entanto, na presente invenção, dado que as transmissões de dados a alta velocidade são programadas e a potência não é, tipicamente, partilhada (e. g., entre transmissões), não é necessário reduzir a potência relativamente à potência de pico de transmissão disponível.

Outro exemplo é aumentar a eficiência, ao permitir que as estações base transmitam pacotes de dados para cada estação móvel durante um número variável de intervalos de tempo. A capacidade de transmitir a partir de estações base diferentes, de intervalo de tempo a intervalo de tempo, permite que o sistema de comunicação de dados da presente invenção adopte, rapidamente, alterações no ambiente de funcionamento. Além disso, a capacidade de transmitir um pacote de dados através de intervalos de tempo não contíguos é possível na presente invenção devido à utilização de um número de sequência para identificar as unidades de dados no interior de um pacote de dados.

Ainda outro exemplo é aumentar a flexibilidade, reenviando os pacotes de dados endereçados para uma estação móvel específica, a partir de um controlador central, para todas as estações base que são membros do conjunto activo da estação

móvel. Na presente invenção, a transmissão de dados pode ocorrer a partir de qualquer estação base no conjunto activo da estação móvel em cada intervalo de tempo. Dado que cada estação base compreende uma fila de espera que contém os dados a transmitir para a estação móvel, pode ocorrer uma transmissão de ligação descendente eficiente com um atraso de processamento mínimo.

Ainda outro exemplo é proporcionar um mecanismo de retransmissão para unidades de dados recebidas com erro. Na forma de realização exemplificativa, cada pacote de dados compreende um número predeterminado de unidades de dados, sendo cada unidade de dados identificada por um número de sequência. Após uma recepção incorrecta de uma ou mais unidades de dados, a estação móvel envia uma confirmação de recepção negativa (NACK) no canal de dados da ligação ascendente indicando os números sequenciais das unidades de dados ausentes para retransmissão pela estação base. A estação base recebe a mensagem NACK e pode retransmitir as unidades de dados recebidas com erro.

Ainda outro exemplo, no que se refere à estação móvel, é seleccionar as melhores candidatas para estação base, para comunicação com base no procedimento descrito no Pedido de Patente U.S. com o N.º de Série 08/790497, intitulado "*METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING SOFT HANDOFF IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM*", apresentado em 29 de Janeiro de 1997, atribuído ao titular da presente invenção e publicado em 22 de Julho de 1998 com o número de publicação WO 9833288 A2. Numa forma de realização exemplificativa, a estação base pode ser adicionada ao conjunto activo da estação móvel se o sinal piloto recebido for superior a um limiar de adição predeterminado e eliminada do conjunto activo se o sinal piloto for inferior a um limiar de eliminação predeterminado. Numa forma de realização

alternativa, a estação base pode ser adicionada ao conjunto activo se a energia adicional da estação base (e. g., enquanto medida pelo sinal piloto) e a energia das estações base já no conjunto activo excederem um limiar predeterminado. Utilizando esta forma de realização alternativa, uma estação base cuja energia transmitida compreende uma quantidade insubstancial da energia total recebida na estação móvel não é adicionada ao conjunto activo.

Ainda outro exemplo, no que se refere às estações móveis, consiste em transmitir as solicitações de velocidade de transmissão de dados no canal DRC de um modo em que apenas a estação base seleccionada, de entre as estações base em comunicação com a estação móvel, esteja apta a distinguir as mensagens DRC, assegurando, por conseguinte, que a transmissão de ligação descendente, num qualquer dado intervalo de tempo, é da estação base seleccionada. Na forma de realização exemplificativa, atribui-se um código *Walsh* exclusivo a cada estação base em comunicação com a estação móvel. A estação móvel cobre a mensagem DRC com o código *Walsh* correspondente à estação base seleccionada. Podem utilizar-se outros códigos para cobrir as mensagens DRC, embora sejam utilizados, tipicamente, códigos ortogonais e sejam prefixados códigos *Walsh*.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As características, objectivos e vantagens da presente invenção irão ser melhor compreendidas a partir da descrição pormenorizada apresentada em seguida quando feita em associação com os desenhos, nos quais caracteres de referência idênticos

identificam elementos idênticos ao longo de todos os desenhos e em que:

A FIG. 1 é um diagrama de um sistema de comunicação de dados da presente invenção compreendendo múltiplas células, múltiplas estações base e múltiplas estações móveis.

A FIG. 2 é um diagrama de blocos exemplificativo dos subsistemas do sistema de comunicação de dados da presente invenção;

As FIGS. 3A-3B são diagramas de blocos da arquitectura de ligação descendente exemplificativa da presente invenção;

A FIG. 4A é um diagrama da estrutura de tramas da ligação descendente exemplificativa da presente invenção;

As FIGS. 4B-4C são diagramas do canal de tráfego descendente exemplificativo e do canal de controlo de potência, respectivamente;

A FIG. 4D é um diagrama do pacote perfurado da presente invenção;

As FIGS. 4E-4G são diagramas dos dois formatos de pacotes de dados exemplificativos e da cápsula do canal de controlo, respectivamente;

A FIG. 5 é um diagrama temporal exemplificativo que mostra a transmissão de pacotes a alta velocidade na ligação descendente;

A FIG. 6 é um diagrama de blocos da arquitectura da ligação ascendente exemplificativa da presente invenção;

A FIG. 7A é um diagrama da estrutura de tramas da ligação ascendente exemplificativa da presente invenção;

A FIG. 7B é um diagrama do canal de acesso da ligação ascendente exemplificativo;

A FIG. 8 é um diagrama temporal exemplificativo que mostra a transmissão de dados a alta velocidade na ligação ascendente;

A FIG. 9 é um diagrama de estados exemplificativo que mostra as transições entre os vários estados operacionais da estação móvel; e

A FIG. 10 é um diagrama da função de distribuição cumulativa (CDF) da distribuição C/I numa configuração celular hexagonal ideal.

DESCRIÇÃO PORMENORIZADA DAS FORMAS DE REALIZAÇÃO PREFERIDAS

De acordo com a forma de realização exemplificativa do sistema de comunicação de dados da presente invenção, a transmissão de dados de ligação descendente ocorre desde uma estação base para uma estação móvel (ver FIG. 1) à máxima velocidade de transmissão de dados, ou perto desta, que pode ser suportada pela ligação descendente e pelo sistema. A comunicação de dados de ligação ascendente pode ocorrer desde uma estação móvel para uma ou mais estações base. O cálculo da velocidade de

transmissão de dados máxima para uma transmissão de ligação descendente é descrito em seguida de modo pormenorizado. Os dados são divididos em pacotes de dados, sendo cada pacote de dados transmitido num ou mais intervalos de tempo (ou intervalos). Em cada intervalo de tempo, a estação base pode dirigir a transmissão de dados para qualquer estação móvel que esteja em comunicação com a estação base.

Inicialmente, a estação móvel estabelece comunicação com uma estação base utilizando um procedimento de acesso predeterminado. Neste estado conectado, a estação móvel pode receber mensagens de dados e controlo provenientes da estação base, e está apta a transmitir mensagens de dados e controlo para a estação base. A estação móvel, depois, monitoriza a ligação descendente no que se refere a transmissões desde as estações base no conjunto activo da estação móvel. O conjunto activo contém uma lista de estações base em comunicação com a estação móvel. Especificamente, a estação móvel mede a relação (C/I) do sinal versus ruído mais interferência do piloto da ligação descendente proveniente das estações base no conjunto activo, quando recebido na estação móvel. Se o sinal piloto recebido estiver acima de um limiar de adição predeterminado ou abaixo de um limiar de eliminação predeterminado, a estação móvel informa a estação base relativamente a isto. As mensagens subsequentes provenientes da estação base orientam a estação móvel de modo que se adicione(m) ou elimine(m) a(s) estação(ões) base ao ou do conjunto activo, respectivamente. Os vários estados operacionais da estação móvel são descritos em seguida.

Se não se enviarem quaisquer dados, a estação móvel regressa para um estado inactivo e descontinua a transmissão de informação de velocidade de transmissão de dados para a estação

ou estações base. Enquanto a estação móvel está no estado inactivo, a estação móvel monitoriza o canal de controlo a partir de uma ou mais estações base no conjunto activo no que se refere a mensagens de *paging*.

Se houver dados a transmitir para a estação móvel, os dados são enviados por um controlador central para todas as estações base no conjunto activo e memorizados numa fila de espera em cada estação base. Uma mensagem de *paging* é, depois, enviada por uma ou mais estações base para a estação móvel nos canais de controlo respectivos. A estação base pode transmitir todas essas mensagens de *paging* ao mesmo tempo por diversas estações base de modo a assegurar recepção mesmo quando a estação móvel está a efectuar uma comutação entre estações base. A estação móvel desmodula e descodifica os sinais num ou mais canais de controlo para receber as mensagens de *paging*.

Após descodificar as mensagens de *paging*, e para cada intervalo de tempo até que a transmissão de dados esteja completa, a estação móvel mede a C/I dos sinais de ligação descendente provenientes das estações base no conjunto activo, conforme recebidos na estação móvel. A C/I dos sinais de ligação descendente pode ser obtida pela medição dos sinais piloto respectivos. A estação móvel, depois, selecciona a melhor estação base com base num conjunto de parâmetros. O conjunto de parâmetros pode compreender as actuais e anteriores medições da C/I e a taxa de erros de bits ou taxa de erros de pacotes. A melhor estação base pode ser seleccionada, por exemplo, com base na maior medição da C/I. A estação móvel, em seguida, identifica a melhor estação base e transmite, para a estação base seleccionada, uma mensagem de solicitação de dados (designada daqui em diante por mensagem DRC) no canal de solicitação de

dados (designado daqui em diante por canal DRC). A mensagem DRC pode conter a velocidade de transmissão de dados solicitada, num exemplo, ou, noutro exemplo, uma indicação da qualidade do canal de ligação descendente (e. g., a própria medição da C/I, a taxa de erros de bits ou a taxa de erros de pacotes). Na forma de realização exemplificativa, a estação móvel pode dirigir a transmissão da mensagem DRC para uma estação base específica utilizando um código *Walsh* que identifica a estação base de modo exclusivo. Os símbolos de mensagem DRC são sujeitos a uma operação lógica OR-exclusivo (XOR) com o código *Walsh* exclusivo. Dado que cada estação base no conjunto activo da estação móvel é identificada por um código *Walsh* exclusivo, apenas a estação base seleccionada que efectua a idêntica operação XOR efectuada pela estação móvel, com o código *Walsh* correcto, pode descodificar correctamente a mensagem DRC. A estação base utiliza a informação de controlo de velocidade proveniente de cada estação móvel para transmitir, eficientemente, dados de ligação descendente à maior velocidade possível.

Em cada intervalo de tempo, a estação base pode seleccionar qualquer das estações móveis para as quais foi enviada uma mensagem de *paging* para transmissão de dados. A estação base, em seguida, determina a velocidade de transmissão de dados à qual vai transmitir os dados para a estação móvel seleccionada com base no valor mais recente da mensagem DRC recebida da estação móvel. Além disso, a estação base identifica, de modo exclusivo, uma transmissão para uma estação móvel particular utilizando um código de expansão que é exclusivo dessa estação móvel. Na forma de realização exemplificativa, este código de expansão é o código de pseudo-ruído (PN) longo que está definido pela norma IS-95.

A estação móvel, à qual se destina o pacote de dados, recebe a transmissão de dados e descodifica o pacote de dados. Cada pacote de dados compreende múltiplas unidades de dados. Na forma de realização exemplificativa, uma unidade de dados compreende oito bits de informação, embora se possam definir e estejam abrangidas pelo âmbito da presente invenção, unidades de dados com tamanhos diferentes. Na forma de realização exemplificativa, cada unidade de dados está associada com um número de sequência e as estações móveis estão aptas a identificar, transmissões ausentes ou duplicativas. Nestes casos, as estações móveis comunicam, por intermédio do canal de dados da ligação ascendente, os números sequenciais das unidades de dados ausentes. Os controladores da estação base, que recebem as mensagens de dados das estações móveis, subsequentemente, indicam a todas as estações base em comunicação com esta estação móvel particular que unidades de dados não foram recebidas pela estação móvel. As estações base, em seguida, programam uma retransmissão dessas unidades de dados.

Cada estação móvel no sistema de comunicação de dados pode comunicar com múltiplas estações base na ligação ascendente. Na forma de realização exemplificativa, o sistema de comunicação de dados da presente invenção suporta transferência suave e transferência mais suave na ligação ascendente por diversas razões. Em primeiro lugar, a transferência suave não consome capacidade adicional na ligação ascendente mas, ao invés, permite que as estações móveis transmitam dados com o nível de potência mínimo para que, pelo menos, uma das estações base possa, de um modo fiável, descodificar os dados. Em segundo lugar, a recepção dos sinais da ligação ascendente por mais estações base aumenta a fiabilidade da transmissão e só exige hardware adicional nas estações base.

Num exemplo, a capacidade da ligação descendente do sistema de transmissão de dados da presente invenção é determinada pelas exigências de velocidade das estações móveis. Podem obter-se ganhos adicionais na capacidade da ligação descendente utilizando antenas direccionais e/ou filtros espaciais adaptativos. Um método e equipamento exemplificativos para proporcionar transmissões direccionais são divulgados no Pedido de Patente co-pendente U.S. Nº 08/575049, intitulado "*METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE TRANSMISSION DATA RATE IN A MULTI-USER COMMUNICATION SYSTEM*", apresentado em 20 de Dezembro de 1995 e publicado em 05 de Janeiro de 1999 com o número de publicação US 5857147 e Pedido de Patente U.S. com o Nº de Série 08/925521, intitulado "*METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING ORTHOGONAL SPOT BEAMS, SECTORS AND PICOCELLS*", apresentado em 8 de Setembro de 1997 e publicado em 18 de Março de 1999 com o número de publicação WO 9913605 A1, ambos atribuídos ao titular da presente invenção.

I. Descrição do Sistema

No que se refere às figuras, a FIG. 1 representa o sistema de comunicação de dados exemplificativo da presente invenção que compreende múltiplas células **2a-2g**. Cada célula **2** é servida por uma estação **4** base correspondente. Várias estações **6** móveis estão dispersas pelo sistema de comunicação de dados. Na forma de realização exemplificativa, cada das estações **6** móveis comunica com, no máximo, uma estação **4** base na ligação descendente, em cada intervalo de tempo, mas pode estar em comunicação com uma ou mais estações **4** base na ligação ascendente, dependendo do facto da estação **6** móvel estar numa

transferência suave. Por exemplo, a estação **4a** base transmite dados, exclusivamente, para a estação **6a** móvel, a estação **4b** base transmite dados, exclusivamente, para a estação **6b** móvel e estação **4c** base transmite dados, exclusivamente, para a estação **6c** móvel na ligação descendente no intervalo n de tempo. Na FIG. 1, a linha a cheio com a seta indica uma transmissão de dados da estação **4** base para a estação **6** móvel. Uma linha a tracejado com a seta indica que a estação **6** móvel está a receber o sinal piloto, mas sem transmissão de dados, desde a estação **4** base. A comunicação de ligação ascendente não está mostrada na FIG. 1 por uma questão de simplicidade.

Conforme mostrado na FIG. 1, cada estação **4** base transmite dados, de um modo preferido, para uma estação **6** móvel em qualquer instante. As estações **6** móveis, especialmente as situadas junto a um limite de célula, podem receber os sinais piloto provenientes de múltiplas estações **4** base. Se o sinal piloto for superior a um limiar predeterminado, a estação **6** móvel pode solicitar que a estação **4** base seja adicionada ao conjunto activo da estação **6** móvel. Na forma de realização exemplificativa, a estação **6** móvel pode receber transmissão de dados a partir de zero ou um membro do conjunto activo.

Um diagrama de blocos que ilustra os subsistemas básicos do sistema de comunicação de dados da presente invenção é mostrado na FIG. 2. O controlador **10** de estação base interage com uma interface **24** de rede de pacotes, PSTN **30**, e todas as estações **4** base no sistema de comunicação de dados (só se mostra uma estação **4** base na FIG. 2 por uma questão de simplicidade). O controlador **10** de estação base coordena a comunicação entre estações **6** móveis no sistema de comunicação de dados e outros utilizadores conectados à interface **24** de rede de pacotes e

PSTN **30**. A PSTN **30** interage com utilizadores através da rede telefónica padrão (não mostrada na FIG. 2).

O controlador **10** de estação base contém muitos elementos **14** selectores, apesar de só se mostrar um na FIG. 2 por uma questão de simplicidade. Um elemento **14** selector é atribuído para controlar a comunicação entre uma ou mais estações **4** base e uma estação **6** móvel. Se o elemento **14** selector não for atribuído à estação **6** móvel, o processador **16** de controlo de chamadas é informado da necessidade de enviar uma mensagem de *paging* para a estação **6** móvel. O processador **16** de controlo de chamadas, em seguida, dirige a estação **4** base para que esta envie uma mensagem de *paging* para a estação **6** móvel.

A fonte **20** de dados contém os dados a transmitir para a estação **6** móvel. A fonte **20** de dados fornece os dados à interface **24** de rede de pacotes. A interface **24** de rede de pacotes recebe os dados e encaminha os dados para o elemento **14** selector. O elemento **14** selector envia os dados para cada estação **4** base em comunicação com a estação **6** móvel. Cada estação **4** base mantém uma fila de espera **40** de dados que contém os dados a transmitir para a estação **6** móvel.

Na forma de realização exemplificativa, na ligação descendente, um pacote de dados refere-se a uma quantidade predeterminada de dados que é independente da velocidade de transmissão de dados. O pacote de dados é formatado com outros bits de controlo e codificação e codificado. Se a transmissão de dados ocorrer através de múltiplos canais *Walsh*, o pacote codificado é desmultiplexado em fluxos paralelos, sendo cada fluxo transmitido através de um canal *Walsh*.

Os dados são enviados, em pacotes de dados, desde a fila de espera **40** de dados para o elemento **42** de canal. Para cada pacote de dados, o elemento **42** de canal insere os campos de controlo necessários. O pacote de dados, campos de controlo, bits sequenciais de verificação de tramas e bits de cauda de código compreendem um pacote formatado. O elemento **42** de canal, em seguida, codifica um ou mais pacotes formatados e entrelaça (ou reordena) os símbolos no interior dos pacotes codificados. Em seguida, o pacote entrelaçado é encriptado com uma sequência de encriptação, coberta com coberturas *Walsh*, e expandido com o código PN longo e os códigos PN_I e PN_Q curtos. Os dados expandidos são modulados em quadratura, filtrados e amplificados por um transmissor no interior da unidade **44** RF. O sinal de ligação descendente é transmitido por via aérea utilizando a antena **46** na ligação **50** descendente.

Na estação **6** móvel, o sinal de ligação descendente é recebido pela antena **60** e encaminhado para um receptor no interior do computador **62** frontal. O receptor filtra, amplifica, desmodula em quadratura e quantifica o sinal. O sinal digitalizado é fornecido ao desmodulador (DEMOD) **64** onde é sujeito à inversão do espalhamento com o código PN longo e os códigos PN_I e PN_Q curtos, descoberto com as coberturas de *Walsh*, e desencriptado com a sequência de encriptação idêntica. Os dados desmodulados são fornecidos ao descodificador **66** que efectua a inversão das funções de processamento de sinal realizadas na estação **4** base, especificamente o desentrelaçamento, descodificação e funções de verificação de tramas. Os dados descodificados são fornecidos ao colector **68** de dados. O hardware, como descrito anteriormente, suporta transmissões de dados, envio de mensagens, voz, vídeo e outras comunicações pela ligação descendente.

As funções de controlo e programação do sistema podem ser conseguidas por meio de muitas implementações. A localização do programador **48** de canais está dependente do facto de se desejar um processamento de programação/controlo centralizado ou distribuído. Por exemplo, no que se refere a um processamento distribuído, o programador **48** de canais pode ser posicionado no interior de cada estação **4** base. Inversamente, no que se refere a um processamento centralizado, o programador **48** de canais pode ser posicionado no interior do controlador **10** de estação base e pode ser concebido para coordenar as transmissões de dados de múltiplas estações **4** base. Outras implementações das funções descritas anteriormente podem ser consideradas e estão abrangidas pelo âmbito da presente invenção.

Conforme mostrado na FIG. 1, as estações **6** móveis estão dispersas pelo sistema de comunicação de dados e podem estar em comunicação com zero ou uma estação **4** base na ligação descendente. Na forma de realização exemplificativa, o programador **48** de canais coordena as transmissões de dados de ligação descendente de uma estação **4** base. Na forma de realização exemplificativa, o programador **48** de canais conecta-se a fila de espera **40** de dados e ao elemento **42** de canal no interior da estação **4** base e recebe o tamanho da fila de espera, o qual é indicativo da quantidade de dados a transmitir para a estação **6** móvel, e as mensagens DRC provenientes das estações **6** móveis. O programador **48** de canais programa a transmissão de dados de alta velocidade para que se optimizem os objectivos do sistema que consistem no máximo tráfego de dados e mínimo atraso de transmissão.

Na forma de realização exemplificativa, a transmissão de dados é programada com base, em parte, na qualidade da ligação de comunicações. Um sistema de comunicações exemplificativo que selecciona a velocidade de transmissão com base na qualidade de ligação está divulgado no Pedido de Patente U.S. com o N^o de Série 08/741320, intitulado *"METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING HIGH SPEED DATA COMMUNICATIONS IN A CELLULAR ENVIRONMENT"*, apresentado em 11 de Setembro de 1996, atribuído ao titular da presente invenção e publicado em 07 de Maio de 1998 com o número de publicação WO 9819481 A2. Na presente invenção, a programação da comunicação de dados pode ser baseada em considerações adicionais, tais como a GOS do utilizador, o tamanho da fila de espera, o tipo de dados, o valor do atraso já sofrido, e a taxa de erros da transmissão de dados. Estas considerações estão descritas, de modo pormenorizado, no Pedido de Patente U.S. N^o 08/798951, intitulado *"METHOD AND APPARATUS FOR FORWARD LINK RATE SCHEDULING"*, apresentado em 11 de Fevereiro de 1997 e publicado em 12 de Agosto com o número de publicação WO 9835514 A2 e Pedido de Patente U.S. com o N^o de Série __, intitulado *"METHOD AND APPARATUS FOR REVERSE LINK RATE SCHEDULING"*, apresentado em 20 de Agosto de 1997 e publicado em 25 de Fevereiro de 1999 com o número de publicação WO 9909779 A1, estando ambos atribuídos ao titular da presente invenção. Outros factores na programação de transmissões de dados podem ser considerados e estão abrangidos pelo âmbito da presente invenção.

O sistema de comunicação de dados da presente invenção suporta transmissões de dados e mensagens na ligação ascendente. No interior da estação **6** móvel, o controlador **76** processa a transmissão de dados ou mensagens encaminhando os dados ou mensagem para o codificador **72**. O controlador **76** pode ser

implementado num microcontrolador, um microprocessador, um chip de processamento de sinal digital (DSP), ou um ASIC programado para efectuar a função conforme aqui descrita.

Na forma de realização exemplificativa, o codificador **72** codifica a mensagem consistente com o formato de dados de sinalização *Blank and Burst* (modo de interrupção de transmissão de dados para enviar uma mensagem rápida) descrito na Patente U.S. Nº 5504773 supracitada. O codificador **72**, depois, gera e anexa um conjunto de bits CRC, anexa um conjunto de bits de cauda codificados, codifica os dados e bits anexados e reordena os símbolos no interior dos dados codificados. Os dados entrelaçados são fornecidos ao modulador (MOD) **74**.

O modulador **74** pode ser implementado em muitas formas de realização. Na forma de realização exemplificativa, (ver FIG. 6), os dados entrelaçados são cobertos com códigos *Walsh*, espalhados com um código PN longo e são ainda mais espalhados com os códigos PN curtos. Os dados espalhados são fornecidos a um transmissor no interior do computador **62** frontal. O transmissor modula, filtra, amplifica e transmite o sinal de ligação ascendente através do ar, utilizando a antena **46** na ligação **52** ascendente.

Na forma de realização exemplificativa, a estação **6** móvel espalha os dados de ligação ascendente de acordo com um código PN longo. Cada canal de ligação ascendente é definido de acordo com o desfasamento temporal de uma sequência PN longa e comum. Com dois desfasamentos diferentes, as sequências de modulação resultantes não estão correlacionadas. O desfasamento de uma estação **6** móvel é determinado de acordo com uma identificação numérica exclusiva da estação **6** móvel, a qual, na forma de

realização exemplificativa das estações **6** móveis da IS-95, é o número de identificação específico da estação móvel. Deste modo, cada estação **6** móvel transmite num canal de ligação ascendente não correlacionado determinado de acordo com o seu exclusivo número de série electrónico.

Na estação **4** base, o sinal de ligação ascendente é recebido pela antena **46** e fornecido à unidade **44** RF. A unidade **44** RF filtra, amplifica, desmodula e quantifica o sinal e fornece o sinal digitalizado ao elemento **42** de canal. O elemento **42** de canal efectua a inversão de expansão do sinal digitalizado com os códigos PN curtos e o código PN longo. O elemento **42** de canal também descobre o código *Walsh* e efectua a extracção do piloto e DRC. O elemento **42** de canal, em seguida, reordena os dados desmodulados, descodifica os dados desentrelaçados e efectua a função de verificação do CRC. Os dados descodificados, e. g. os dados ou mensagem, são fornecidos ao elemento **14** selector. O elemento **14** selector encaminha os dados e mensagem para o destino apropriado. O elemento **42** de canal também pode reenviar um indicador de qualidade para o elemento **14** selector indicativo do estado do pacote de dados recebido.

Na forma de realização exemplificativa, a estação **6** móvel pode estar num de três estados operacionais. Um diagrama de estados exemplificativo que mostra as transições entre os vários estados operacionais da estação **6** móvel é mostrado na FIG. 9. No estado **902** de acesso, a estação **6** móvel envia pedidos de acesso e espera pela atribuição de canal pela estação **4** base. A atribuição de canal compreende a atribuição de recursos, tais como uma atribuição de canal de controlo de potência e frequência. A estação **6** móvel pode efectuar uma transição do estado **902** de acesso para o estado **904** conectado, se a estação **6**

móvel receber uma mensagem de *paging* e for alertada para a chegada de uma transmissão de dados ou se a estação **6** móvel transmitir dados na ligação ascendente. No estado **904** conectado, a estação **6** móvel troca (e. g., transmite ou recebe) dados e efectua operações de transferência. Após finalizar um procedimento de libertação, a estação **6** móvel efectua uma transição do estado **904** conectado para o estado **906** inactivo. A estação **6** móvel também pode efectuar uma transmissão do estado **902** de acesso para o estado **906** inactivo após uma rejeição de uma conexão com a estação **4** base. No estado **906** inactivo, a estação **6** móvel ausculta mensagens de cabeçalho e de *paging* ao receber e descodificar mensagens no canal de controlo directo e efectua um procedimento de transferência inactivo. A estação **6** móvel pode efectuar uma transição para o estado **902** de acesso ao iniciar o procedimento. O diagrama de estados mostrado na FIG. 9 é apenas uma definição de estados exemplificativa que é mostrada a título ilustrativo. Outros diagramas de estado também podem ser utilizados e estão abrangidos pelo âmbito da presente invenção.

II. Transmissão de Dados de Ligação Descendente

Na forma de realização exemplificativa, o início de uma comunicação entre a estação **6** móvel e a estação **4** base ocorre de um modo idêntico ao do sistema CDMA. Após finalizar a preparação da chamada, a estação **6** móvel monitoriza o canal de controlo no que se refere a mensagens de *paging*. Enquanto está no estado conectado, a estação **6** móvel inicia a transmissão do sinal piloto na ligação ascendente.

Um diagrama de fluxo exemplificativo da transmissão de dados a alta velocidade numa ligação descendente da presente invenção é mostrado na FIG. 5. Se a estação **4** base tiver dados a transmitir para a estação **6** móvel, a estação **4** base envia uma mensagem de *paging* endereçada para a estação **6** móvel no canal de controlo no bloco **502**. A mensagem de *paging* pode ser enviada a partir de uma ou múltiplas estações **4** base, dependendo do estado de transferência da estação **6** móvel. Após recepção da mensagem de *paging*, a estação **6** móvel inicia o processo de medição da C/I no bloco **504**. A C/I do sinal de ligação descendente é calculada a partir de um ou de uma combinação de métodos descritos em seguida. A estação **6** móvel, em seguida, selecciona uma velocidade de transmissão de dados solicitada, com base na melhor medição da C/I e transmite uma mensagem DRC no canal DRC no bloco **506**.

No interior do mesmo intervalo de tempo, a estação **4** base recebe a mensagem DRC no bloco **508**. Se o intervalo de tempo seguinte estiver disponível para transmissão de dados, a estação **4** base transmite dados para a estação **6** móvel com a velocidade de transmissão de dados solicitada no bloco **510**. A estação **6** móvel recebe a transmissão de dados no bloco **512**. Se o intervalo de tempo seguinte estiver disponível, a estação **4** base transmite o que falta do pacote no bloco **514**, e a estação **6** móvel recebe a transmissão de dados no bloco **516**.

Na presente invenção, a estação **6** móvel pode estar, simultaneamente, em comunicação com uma ou mais estações **4** base. As acções tomadas pela estação **6** móvel dependem do facto de a estação **6** móvel estar ou não numa transferência suave. Estes dois casos são discutidos, separadamente, em seguida.

III. Caso em que Não Existe Transferência

No caso em que não há transferência, a estação **6** móvel comunica com uma estação **4** base. No que se refere à FIG. 2, os dados destinados a uma estação **6** móvel particular são fornecidos ao elemento **14** selector que foi atribuído para controlar a comunicação com essa estação **6** móvel. O elemento **14** selector reenvia os dados para a fila de espera **40** de dados no interior da estação **4** base. A estação **4** base coloca os dados em fila de espera e transmite uma mensagem de *paging* no canal de controlo. A estação **4** base, depois, monitoriza o canal DRC de ligação ascendente no que se refere a mensagens DRC provenientes da estação **6** móvel. Se não se detectar qualquer sinal no canal DRC, a estação **4** base pode retransmitir a mensagem de *paging* até que a mensagem DRC seja detectada. Depois de um número predeterminado de tentativas de retransmissão, a estação **4** base pode finalizar o processo ou reiniciar uma chamada com a estação **6** móvel.

Num exemplo, a estação **6** móvel transmite a velocidade de transmissão de dados solicitada, na forma de uma mensagem DRC, para a estação **4** base no canal DRC. Noutro exemplo, a estação **6** móvel transmite uma indicação da qualidade do canal de ligação descendente (e. g., a medição da C/I) para a estação **4** base. Na forma de realização exemplificativa, a mensagem DRC de 3 bits é descodificada com decisões ligeiras pela estação **4** base. Na forma de realização exemplificativa, a mensagem DRC é transmitida na primeira metade de cada intervalo de tempo. A estação **4** base, depois, tem a restante metade do intervalo de tempo para descodificar a mensagem DRC e configurar o hardware para transmissão de dados no intervalo de tempo sucessivo

seguinte, se esse intervalo de tempo estiver disponível para transmissão de dados para esta estação **6** móvel. Se o intervalo de tempo sucessivo seguinte não estiver disponível, a estação **4** base espera pelo intervalo de tempo disponível seguinte e continua a monitorizar o canal DRC no que se refere a novas mensagens DRC.

No primeiro exemplo, a estação **4** base transmite com a velocidade de transmissão de dados solicitada. Esta forma de realização confere à estação **6** móvel a importante decisão de seleccionar a velocidade de transmissão de dados. O facto de se transmitir sempre com a velocidade de transmissão de dados solicitada é vantajoso porque a estação **6** móvel sabe qual a velocidade de transmissão de dados a esperar. Deste modo, a estação **6** móvel só desmodula e descodifica o canal de tráfego de acordo com a velocidade de transmissão de dados solicitada. A estação **4** base não tem que transmitir uma mensagem para a estação **6** móvel indicando qual a velocidade de transmissão de dados a ser utilizada pela estação **4** base.

No primeiro exemplo, após recepção da mensagem de *paging*, a estação **6** móvel tenta, continuamente, desmodular os dados com a velocidade de transmissão de dados solicitada. A estação **6** móvel desmodula o canal de tráfego descendente e fornece os símbolos de decisão ligeira ao descodificador. O descodificador descodifica os símbolos e efectua a verificação de tramas no pacote descodificado para determinar se o pacote foi recebido correctamente. Se o pacote for recebido com erros ou se o pacote for dirigido para outra estação **6** móvel, a verificação de tramas irá indicar um erro de pacote. Em alternativa, no primeiro exemplo, a estação **6** móvel desmodula os dados de intervalo de tempo a intervalo de tempo. No exemplo, a estação **6** móvel está

apta a determinar se uma transmissão de dados é dirigida para si, com base num preâmbulo que é incorporado em cada pacote de dados transmitido, conforme descrito em seguida. Deste modo, a estação **6** móvel pode finalizar o processo de descodificação se se determinar que a transmissão é dirigida para outra estação **6** móvel. Em qualquer caso, a estação **6** móvel transmite uma mensagem de confirmação de recepção negativa (NACK) à estação de base para dar a conhecer a recepção incorrecta das unidades de dados. Após receber a mensagem NACK, as unidades de dados recebidas com erro são retransmitidas.

A transmissão das mensagens NACK pode ser implementada de um modo idêntico à transmissão do bit indicador de erro (EIB) no sistema CDMA. A implementação e utilização da transmissão do EIB estão divulgadas na Patente U.S. Nº 5568483, intitulada "*METHOD AND APPARATUS FOR THE FORMATTING OF DATA FOR TRANSMISSION*", atribuída ao titular da presente invenção. Em alternativa, a NACK pode ser transmitida com mensagens.

No segundo exemplo, a velocidade de transmissão de dados é determinada pela estação **4** base com intervenção da estação **6** móvel. A estação **6** móvel efectua a medição da C/I e transmite uma indicação da qualidade da ligação (e. g., a medição da C/I) para a estação **4** base. A estação **4** base pode regular a velocidade de transmissão de dados solicitada com base nos recursos disponíveis na estação **4** base, tais como o tamanho da fila de espera e a potência de transmissão disponível. A velocidade de transmissão de dados regulada pode ser transmitida para a estação **6** móvel antes de, ou ao mesmo tempo, da transmissão de dados com a velocidade de transmissão de dados regulada, ou pode ser implicada na codificação dos pacotes de dados. No primeiro caso, em que a estação **6** móvel recebe a

velocidade de transmissão de dados regulada antes da transmissão de dados, a estação **6** móvel desmodula e descodifica o pacote recebido do modo descrito na primeira forma de realização. No segundo caso, em que a velocidade de transmissão de dados regulada é transmitida para a estação **6** móvel, ao mesmo tempo que a transmissão de dados, a estação **6** móvel pode desmodular o canal de tráfego descendente e memorizar os dados desmodulados. Após receber a velocidade de transmissão de dados regulada, a estação **6** móvel descodifica os dados de acordo com a velocidade de transmissão de dados regulada. E, no terceiro caso, em que a velocidade de transmissão de dados regulada é implicada nos pacotes de dados codificados, a estação **6** móvel desmodula e descodifica todas as velocidades candidatas e determina a *posteriori* a velocidade de transmissão para selecção dos dados descodificados. O método e equipamento para efectuar a determinação de velocidade estão descritos, de modo pormenorizado, no Pedido de Patente U.S. com o N.º de Série 08/730863, intitulado "*METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE RATE OF RECEIVED DATA IN A VARIABLE RATE COMMUNICATION SYSTEM*", apresentado em 18 de Outubro de 1996 e publicado em 30 de Abril de 1998 com o número de publicação WO 9818242 A1, atribuído ao titular da presente invenção. Em todos os casos descritos anteriormente, a estação **6** móvel transmite uma mensagem NACK, como descrito anteriormente, se o resultado da verificação de tramas for negativo.

A discussão daqui em diante é baseada num exemplo, em que a estação **6** móvel transmite para a estação **4** base a mensagem DRC indicativa da velocidade de transmissão de dados solicitada, salvo se indicado de outra forma. No entanto, o conceito inventivo aqui descrito é, igualmente, aplicável à forma de

realização em que a estação **6** móvel transmite uma indicação da qualidade de ligação para a estação **4** base.

IV. Caso em que Existe Transferência

No caso em que há transferência, a estação **6** móvel comunica com múltiplas estações **4** base na ligação ascendente. Na forma de realização exemplificativa, a transmissão de dados na ligação descendente para uma estação **6** móvel particular ocorre desde uma estação **4** base. No entanto, a estação **6** móvel pode, simultaneamente, receber os sinais piloto a partir de múltiplas estações **4** base. Se a medição da C/I de uma estação **4** base for superior a um limiar predeterminado, a estação **4** base é adicionada ao conjunto activo da estação **6** móvel. Durante a mensagem de direcção de transferência suave, a nova estação **4** base atribui a estação **6** móvel a um canal *Walsh* de controlo de potência (RPC) que é descrito em seguida. Cada estação **4** base, em transferência suave com a estação **6** móvel, monitoriza a transmissão de ligação ascendente e envia um bit RPC nos seus canais *Walsh* RPC respectivos.

No que se refere à FIG. 2, o elemento **14** selector atribuído para controlar a comunicação com a estação **6** móvel reenvia os dados para todas as estações **4** base no conjunto activo da estação **6** móvel. Todas as estações **4** base que recebem dados provenientes do elemento **14** selector transmitem uma mensagem de *paging* para a estação **6** móvel nos seus canais de controlo respectivos. Quando a estação **6** móvel está no estado conectado, a estação **6** móvel efectua duas funções. Em primeiro lugar, a estação **6** móvel selecciona a melhor estação **4** base com base num conjunto de parâmetros que pode ser a melhor medição da C/I. A

estação **6** móvel, em seguida, selecciona uma velocidade de transmissão de dados correspondente à medição da C/I e transmite uma mensagem DRC para a estação **4** base seleccionada. A estação **6** móvel pode dirigir a transmissão da mensagem DRC para uma estação **4** base particular, cobrindo a mensagem DRC com a cobertura *Walsh* atribuída a essa estação **4** base particular. Em segundo lugar, a estação **6** móvel tenta desmodular o sinal de ligação descendente de acordo com a velocidade de transmissão de dados solicitada em cada intervalo de tempo subsequente.

Depois de transmitir as mensagens de *paging*, todas as estações **4** base no conjunto activo monitorizam o canal DRC no que se refere a uma mensagem DRC proveniente da estação **6** móvel. De novo, dado que a mensagem DRC é coberta com um código *Walsh*, a estação **4** base seleccionada atribuída com a cobertura *Walsh* idêntica está apta a descobrir a mensagem DRC. Após receber a mensagem DRC, a estação **4** base seleccionada transmite dados para a estação **6** móvel nos intervalos de tempo disponíveis seguintes.

Na forma de realização exemplificativa, a estação **4** base transmite dados em pacotes compreendendo múltiplas unidades de dados com a velocidade de transmissão de dados solicitada para a estação **6** móvel. Se as unidades de dados forem recebidas de forma incorrecta pela estação **6** móvel, é transmitida uma mensagem NACK nas ligações ascendentes para todas as estações **4** base no conjunto activo. Na forma de realização exemplificativa, a mensagem NACK é desmodulada e descodificada por estações **4** base e reenviada para o elemento **14** selector para processamento. Após processamento da mensagem NACK, as unidades de dados são retransmitidas utilizando o procedimento conforme descrito anteriormente. Na forma de realização exemplificativa, o elemento **14** selector combina os sinais NACK recebidos de todas

as estações **4** base numa mensagem NACK e envia a mensagem NACK para todas as estações **4** base no conjunto activo.

Na forma de realização exemplificativa, a estação **6** móvel pode detectar alterações na melhor medição da C/I e, dinamicamente, solicitar transmissões de dados a partir de diferentes estações **4** base em cada intervalo de tempo para melhorar a eficiência. Na forma de realização exemplificativa, dado que a transmissão de dados ocorre a partir de apenas uma estação **4** base num qualquer intervalo de tempo dado, outras estações **4** base no conjunto activo podem não saber que unidades de dados, se as houver, foram transmitidas para a estação **6** móvel. Na forma de realização exemplificativa, a estação **4** base transmissora informa o elemento **14** selector da transmissão de dados. O elemento **14** selector, depois, envia uma mensagem para todas as estações **4** base no conjunto activo. Na forma de realização exemplificativa, presume-se que os dados transmitidos tenham sido correctamente recebidos pela estação **6** móvel. Por conseguinte, se a estação **6** móvel solicitar transmissão de dados a partir de uma estação **4** base diferente no conjunto activo, a nova estação **4** base transmite as unidades de dados restantes. Na forma de realização exemplificativa, a nova estação **4** base transmite de acordo com a última actualização de transmissão proveniente do elemento **14** selector. Em alternativa, a nova estação **4** base selecciona as unidades de dados seguintes para transmitir utilizando esquemas preditivos com base em métricas, tais como a velocidade de transmissão média e actualizações anteriores a partir do elemento **14** selector. Estes mecanismos minimizam retransmissões duplicativas das mesmas unidades de dados por múltiplas estações **4** base em diferentes intervalos de tempo, o que dá origem a uma perda na eficiência. Se uma transmissão anterior tiver sido recebida com erro, as estações **4**

base podem retransmitir essas unidades de dados de um modo não sequencial dado que cada unidade de dados está identificada por um número de sequência exclusivo, conforme descrito em seguida. Na forma de realização exemplificativa, se se criar uma lacuna (ou unidades de dados não transmitidas) (e. g., em resultado da transferência entre uma estação **4** base e outra estação **4** base), considera-se que as unidades de dados ausentes foram recebidas com erros. A estação **6** móvel transmite mensagens NACK correspondentes às unidades de dados ausentes e estas unidades de dados são retransmitidas.

Na forma de realização exemplificativa, cada estação **4** base no conjunto activo mantém uma fila de espera **40** de dados independente que contém os dados a transmitir para a estação **6** móvel. A estação **4** base seleccionada transmite dados existentes na sua fila de espera **40** de dados numa ordem sequencial, excepto no que se refere a retransmissões de unidades de dados recebidas com erro e mensagens de sinalização. Na forma de realização exemplificativa, as unidades de dados transmitidas são apagadas da fila de espera **40** depois da transmissão.

V. Outras Considerações para Transmissões de Dados de Ligação Descendente

Uma consideração importante no sistema de comunicação de dados da presente invenção consiste na precisão das estimativas da C/I com a finalidade de seleccionar a velocidade de transmissão de dados para transmissões futuras. Na forma de realização exemplificativa, as medições da C/I são efectuadas nos sinais piloto durante o intervalo de tempo quando as estações **4** base transmitem sinais piloto. Na forma de realização

exemplificativa, dado que apenas os sinais piloto são transmitidos durante este intervalo de tempo piloto, os efeitos de múltiplos caminhos e interferência são mínimos.

Noutras implementações da presente invenção, em que os sinais piloto são transmitidos, continuamente, através de um canal codificado ortogonalmente, idêntico ao dos sistemas IS-95, o efeito de múltiplos caminhos e interferência pode distorcer as medições da C/I. Do mesmo modo, quando se efectua uma medição da C/I nas transmissões de dados em vez de nos sinais piloto, os múltiplos caminhos e a interferência também podem degradar as medições da C/I. Em ambos os casos, quando uma estação **4** base está a transmitir para uma estação **6** móvel, a estação **6** móvel está apta a medir, com precisão, a C/I do sinal de ligação descendente dado que não se encontram presentes outros sinais de interferência. No entanto, quando a estação **6** móvel está numa transferência suave e recebe os sinais piloto a partir de múltiplas estações **4** base, a estação **6** móvel não está apta a discernir se as estações **4** base estão ou não a transmitir dados. No pior cenário, a estação **6** móvel pode medir uma C/I elevada num primeiro intervalo de tempo, quando nenhuma das estações **4** base estiver a transmitir dados para qualquer estação **6** móvel, e recebe transmissão de dados num segundo intervalo de tempo, quando todas as estações **4** base estão a transmitir dados no mesmo intervalo de tempo. A medição da C/I no primeiro intervalo de tempo, quando todas as estações **4** base estão inactivas, dá uma indicação falsa da qualidade do sinal de ligação descendente no segundo intervalo de tempo, dado que o estado do sistema de comunicação de dados se alterou. De facto, a C/I real no segundo intervalo de tempo pode ser degradada até ao ponto em que uma descodificação fiável com a velocidade de transmissão de dados solicitada deixe de ser possível.

O cenário extremo inverso existe quando uma estimativa da C/I pela estação **6** móvel se baseia na interferência máxima. No entanto, a transmissão efectiva só ocorre quando a estação base seleccionada está a transmitir. Neste caso, a estimativa da C/I e a velocidade de transmissão de dados seleccionada são conservadoras e a transmissão ocorre a uma velocidade inferior à que poderia ser, de um modo fiável, descodificada, reduzindo, deste modo, a eficiência da transmissão.

Na implementação, em que a medição da C/I é efectuada num sinal piloto contínuo ou no sinal de tráfego, pode fazer-se com que a predição da C/I no segundo intervalo de tempo com base na medição da C/I no primeiro intervalo de tempo seja mais precisa por intermédio de três formas de realização. Na primeira forma de realização, as transmissões de dados provenientes das estações **4** base são controladas para que as estações **4** base não alternem, constantemente, entre os estados de transmissão e inactivo em intervalos de tempo sucessivos. Isto consegue-se ao colocar dados suficientes em fila de espera (e. g., um número predeterminado de bits de informação) antes da efectiva transmissão de dados para as estações **6** móveis.

Na segunda forma de realização, cada estação **4** base transmite um bit de actividade de ligação descendente (designado daqui em diante por bit FAC) que indica se uma transmissão irá ocorrer na meia trama seguinte. A utilização do bit FAC é descrita, de modo pormenorizado, em seguida. A estação **6** móvel efectua a medição da C/I entrando em linha de conta com o bit FAC recebido a partir de cada estação **4** base.

Num exemplo, o qual corresponde ao esquema em que uma indicação da qualidade de ligação é transmitida para a estação **4** base e que utiliza um esquema de programação centralizada, a informação de programação indicando quais das estações **4** base transmitiram dados em cada intervalo de tempo é disponibilizada para o programador **48** de canal. O programador **48** de canal recebe as medições da C/I a partir de estações **6** móveis e pode regular as medições da C/I com base no seu conhecimento da presença ou ausência de transmissão de dados a partir de cada estação **4** base no sistema de comunicação de dados. Por exemplo, a estação **6** móvel pode medir a C/I no primeiro intervalo de tempo quando as estações **4** base adjacentes não estão a transmitir. A C/I medida é fornecida ao programador **48** de canal. O programador **48** de canal sabe que nenhuma das estações **4** base adjacentes transmitiu dados no primeiro intervalo de tempo dado que nenhuma estava programada pelo programador **48** de canal. Ao programar transmissão de dados no segundo intervalo de tempo, o programador **48** de canal sabe se uma ou mais estações **4** base adjacentes irão transmitir dados. O programador **48** de canal pode regular a C/I medida no primeiro intervalo de tempo para ter em conta a interferência adicional que a estação **6** móvel irá receber no segundo intervalo de tempo devido às transmissões de dados por estações **4** base adjacentes. Em alternativa, se a C/I for medida no primeiro intervalo de tempo quando estações **4** base adjacentes estão a transmitir, e estas estações **4** base adjacentes não estiverem a transmitir no segundo intervalo de tempo, o programador **48** de canal pode regular a medição da C/I de modo a ter em conta a informação adicional.

Outra consideração importante consiste em minimizar retransmissões redundantes. As retransmissões redundantes podem resultar do facto de se permitir que a estação **6** móvel

seleccione transmissão de dados a partir de diferentes estações **4** base em intervalos de tempo sucessivos. A melhor medição da C/I pode alternar entre duas ou mais estações **4** base através de intervalos de tempo sucessivos se a estação **6** móvel medir uma C/I, aproximadamente, igual para estas estações **4** base. A alternância pode dever-se a desvios nas medições da C/I e/ou alterações no estado do canal. A transmissão de dados por diferentes estações **4** base em intervalos de tempo sucessivos pode dar origem a uma perda de eficiência.

O problema da alternância pode ser resolvido com a utilização 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 de nível de sinal exemplificativo, a melhor medição da C/I de uma estação **4** base diferente no conjunto activo não é seleccionada a não ser que exceda a medição da C/I da estação **4** base actualmente em transmissão num valor que é, pelo menos, a quantidade de histerese. Como exemplo, assume-se que a histerese é 1,0 dB e que a medição da C/I da primeira estação **4** base é 3,5 dB e a medição da C/I da segunda estação **4** base é 3,0 dB no primeiro intervalo de tempo. No intervalo de tempo seguinte, a segunda estação **4** base não é seleccionada a não ser que a medição da C/I seja, pelo menos, 1,0 dB superior à da primeira estação **4** base. Deste modo, se a medição da C/I da primeira estação **4** base for ainda 3,5 dB no intervalo de tempo seguinte, a segunda estação **4** base não é seleccionada a não ser que a sua medição da C/I seja, pelo menos, 4,5 dB.

No esquema de temporização exemplificativo, a estação **4** base transmite pacotes de dados para a estação **6** móvel durante um número predeterminado de intervalos de tempo. Não se permite

que a estação **6** móvel seleccione uma estação **4** base de transmissão diferente dentro do número predeterminado de intervalos de tempo. A estação **6** móvel continua a medir a C/I da estação **4** base de transmissão actual em cada intervalo de tempo e selecciona a velocidade de transmissão de dados em resposta à medição da C/I.

Ainda outra consideração importante consiste na eficiência da transmissão de dados. No que se refere às FIGS. 4E e 4F, cada formato **410** e **430** de pacote de dados contém dados e bits de cabeçalho. Na forma de realização exemplificativa, o número de bits de cabeçalho é fixado para todas as velocidades de transmissão de dados. Na velocidade de transmissão de dados mais alta, a percentagem de cabeçalho é pequena relativamente ao tamanho do pacote e a eficiência é elevada. Nas velocidades de transmissão de dados mais baixas, os bits de cabeçalho podem compreender uma maior percentagem do pacote. A ineficiência nas velocidades de transmissão de dados mais baixas pode ser melhorada ao transmitir pacotes de dados de comprimento variável para a estação **6** móvel. Os pacotes de dados de comprimento variável podem ser divididos em sectores e transmitidos para a estação **6** móvel ao longo de múltiplos intervalos de tempo. Os pacotes de dados de comprimento variável são, de um modo preferido, transmitidos para a estação **6** móvel ao longo de intervalos de tempo sucessivos para simplificar o processamento. A presente invenção refere-se à utilização de vários tamanhos de pacotes para várias velocidades de transmissão de dados suportadas para melhorar a eficiência de transmissão global.

VI. Arquitectura de Ligação Descendente

Na forma de realização exemplificativa, a estação **4** base transmite com a máxima potência disponível para a estação **4** base e com a máxima velocidade de transmissão de dados suportada pelo sistema de comunicação de dados para uma única estação **6** móvel num qualquer dado intervalo. A máxima velocidade, de transmissão de dados, que pode ser suportada, é dinâmica e depende da C/I do sinal de ligação descendente quando medida pela estação **6** móvel. A estação **4** base transmite, de um modo preferido, apenas para uma estação **6** móvel num qualquer dado intervalo de tempo.

Para facilitar a transmissão de dados, a ligação descendente compreende quatro canais multiplexados no tempo: o canal piloto, canal de controlo de potência, canal de controlo e canal de tráfego. A função e implementação de cada um destes canais são descritas em seguida. Na forma de realização exemplificativa, os canais de tráfego e controlo de potência compreendem, cada um, uma série de canais *Walsh* espalhados ortogonalmente. Na presente invenção, o canal de tráfego é utilizado para transmitir dados de tráfego e mensagens de *paging* para as estações **6** móveis. Quando utilizado para transmitir mensagens de *paging*, o canal de tráfego também é designado nesta descrição por canal de controlo.

Na forma de realização exemplificativa, a largura de banda da ligação descendente é seleccionada de modo a valer 1,2288 MHz. Esta selecção da largura de banda permite a utilização de componentes de hardware existentes concebidos para um sistema CDMA que satisfaz a norma IS-95. No entanto, o sistema de comunicação de dados da presente invenção pode ser adoptado para utilização com larguras de banda diferentes de

modo a melhorar a capacidade e/ou a satisfazer requisitos de sistema. Por exemplo, pode utilizar-se uma largura de banda de 5 MHz para aumentar a capacidade. Para além disso, as larguras de banda da ligação descendente e da ligação ascendente podem ser diferentes (e. g., largura de banda de 5 MHz na ligação descendente e largura de banda de 1,2288 MHz na ligação ascendente) para adaptarem de um modo mais preciso a capacidade da ligação com a procura.

Na forma de realização exemplificativa, os códigos PN_I e PN_Q curtos são os mesmos códigos PN de comprimento 2^{15} os quais estão de acordo com a norma IS-95. À taxa de espalhamento de 1,2288 MHz as sequências PN curtas repetem-se a cada 26,67 ms $\{26,67 \text{ ms} = 2^{15}/1,2288 \times 10^6\}$. Na forma de realização exemplificativa, os mesmos códigos PN curtos são utilizados por todas as estações **4** base no interior do sistema de comunicação de dados. No entanto, cada estação **4** base é identificada por um desfasamento único das sequências PN curtas básicas. Na forma de realização exemplificativa, o desfasamento apresenta-se em incrementos de 64 chips. Outras larguras de banda e códigos PN podem ser utilizados e estão abrangidos pelo âmbito da presente invenção.

VII. Canal de Tráfego de Ligação Descendente

Um diagrama de blocos da arquitectura de ligação descendente exemplificativa da presente invenção é mostrado na FIG. 3A. Os dados são divididos em pacotes de dados e fornecidos ao codificador **112** CRC. Para cada pacote de dados, o codificador **112** CRC gera bits de verificação de tramas (e. g., os bits de paridade CRC) e insere bits de cauda codificados. O

pacote formatado proveniente do codificador **112** CRC compreende os dados, verificação de tramas e bits de cauda codificados, e outros bits de cabeçalho que são descritos em seguida. O pacote formatado é fornecido ao codificador **114** que, na forma de realização exemplificativa, codifica o pacote de acordo com o formato de codificação divulgado no Pedido de Patente U.S. com o N° de Série 08/743688 mencionado anteriormente. Outros formatos de codificação também podem ser utilizados e estão abrangidos pelo âmbito da presente invenção. O pacote codificado proveniente do codificador **114** é fornecido ao entrelaçador **116** que reordena os símbolos codificados no pacote. O pacote entrelaçado é fornecido ao elemento **118** de perfuração de trama que remove uma fracção do pacote do modo descrito em seguida. O pacote perfurado é fornecido ao multiplicador **120** que encripta os dados com a sequência de encriptação proveniente do encriptador **122**. O elemento **118** de perfuração e encriptador **122** estão descritos, de modo pormenorizado, em seguida. A saída do multiplicador **120** compreende o pacote encriptado.

O pacote encriptado é fornecido ao controlador **130** de velocidade variável que efectua a desmultiplexagem do pacote em K canais paralelos em fase e quadratura, em que K está dependente da velocidade de transmissão de dados. Na forma de realização exemplificativa, o pacote encriptado é, em primeiro lugar, desmultiplexado nos fluxos em fase (I) e quadratura (Q). Na forma de realização exemplificativa, o fluxo I compreende símbolos indexados pares e o fluxo Q compreende símbolos indexados ímpares. Cada fluxo é ainda desmultiplexado em K canais paralelos para que a velocidade de transmissão de símbolos de cada canal seja fixada para todas as velocidades de transmissão de dados. Os K canais de cada fluxo são fornecidos ao elemento **132** de cobertura *Walsh* que cobre cada canal com uma

função *Walsh* para proporcionar canais ortogonais. Os dados de canal ortogonal são fornecidos ao elemento **134** de ganho que escalona os dados para manter uma energia total por chip constante (e, conseqüentemente, potência de saída constante) para todas as velocidades de transmissão de dados. Os dados escalonados provenientes do elemento **134** de ganho são fornecidos ao multiplexador (MUX) **160** que efectua a multiplexagem dos dados com o preâmbulo. O preâmbulo é discutido, de modo pormenorizado, em seguida. A saída do MUX **160** é fornecida ao multiplexador (MUX) **162** que efectua a multiplexagem dos dados de tráfego, bits de controlo de potência e dados piloto. A saída do MUX **162** compreende os canais *Walsh* I e os canais *Walsh* Q.

Um diagrama de blocos do modulador exemplificativo utilizado para modular os dados está ilustrado na FIG. 3B. Os canais *Walsh* I e canais *Walsh* Q são fornecidos a somadores **212a** e **212b**, respectivamente, os quais somam os K canais *Walsh* para fornecer os sinais I_{sum} e Q_{sum} , respectivamente. Os sinais I_{sum} e Q_{sum} são fornecidos ao multiplicador **214** complexo. O multiplicador **214** complexo também recebe os sinais PN_I e PN_Q dos multiplicadores **236a** e **236b**, respectivamente, e multiplica as duas entradas complexas de acordo com a equação seguinte:

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

em que I_{mult} e Q_{mult} são as saídas do multiplicador **214** complexo e j é a representação complexa. Os sinais I_{mult} e Q_{mult} são fornecidos aos filtros **216a** e **216b**, respectivamente, que filtram os sinais. Os sinais filtrados provenientes dos filtros **216a** e **216b** são fornecidos aos multiplicadores **218a** e **218b**, respectivamente, que multiplicam os sinais com a sinusóide em

fase $\text{COS}(w_c t)$ e a sinusóide em quadratura $\text{SIN}(w_c t)$, respectivamente. Os sinais modulados em I e modulados em Q são fornecidos ao somador **220** que soma os sinais para dar origem à forma de onda modulada de saída $S(t)$.

Na forma de realização exemplificativa, o pacote de dados é espalhado com o código PN longo e os códigos PN curtos. O código PN longo encripta o pacote para que apenas a estação **6** móvel para a qual o pacote se destina esteja apta a descriptar o pacote. Na forma de realização exemplificativa, os bits piloto e de controlo de potência e o pacote de canal de controlo são espalhados com os códigos PN curtos, mas não com o código PN longo, para permitir que todas as estações **6** móveis recebam estes bits. A sequência PN longa é gerada pelo gerador **232** de código longo e fornecida ao multiplexador (MUX) **234**. A máscara PN longa determina o desfasamento da sequência PN longa e é atribuída, exclusivamente, à estação **6** móvel de destino. A saída do MUX **234** é a sequência PN longa durante a parte de dados da transmissão e zero durante outro instante (e. g. durante a parte piloto e de controlo de potência). A sequência PN longa aplicada através de uma porta e proveniente do MUX **234** e as sequências PN_I e PN_Q curtas provenientes do gerador **238** de código curto são fornecidas a 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 fornecidos ao multiplicador **214** complexo.

O diagrama de blocos do canal de tráfego exemplificativo mostrado nas FIGS. 3A e 3B é uma de entre inúmeras arquitecturas que suportam codificação e modulação de dados na ligação descendente. Outras arquitecturas, tais como a arquitectura para o canal de tráfego de ligação descendente no sistema CDMA, que

satisfazem a norma IS-95 também podem ser utilizadas e estão abrangidas pelo âmbito da presente invenção.

Na forma de realização exemplificativa, as velocidades de transmissão de dados suportadas pelas estações **4** base são predeterminadas e atribui-se a cada velocidade de transmissão de dados suportada um índice de velocidade exclusivo. A estação **6** móvel selecciona uma das velocidades de transmissão de dados suportada com base na medição da C/I. Dado que a velocidade de transmissão de dados solicitada tem que ser enviada para uma estação **4** base para fazer com que essa estação **4** base transmita dados com a velocidade de transmissão de dados solicitada, faz-se um compromisso entre um número de velocidades de transmissão de dados suportadas e o número de bits necessários para identificar a velocidade de transmissão de dados solicitada. Na forma de realização exemplificativa, o número de velocidades de transmissão de dados suportadas é sete e é utilizado um índice de velocidade de 3 bits é utilizado para identificar a velocidade de transmissão de dados solicitada. Uma definição exemplificativa das velocidades de transmissão de dados suportadas é ilustrada na Tabela 1. Definições diferentes das velocidades de transmissão de dados suportadas podem ser consideradas e estão abrangidas pelo âmbito da presente invenção.

Na forma de realização exemplificativa, a velocidade de transmissão de dados mínima é de 38,4 Kbps e a velocidade de transmissão de dados máxima é de 2,4576 Mbps. A velocidade de transmissão de dados mínima é seleccionada com base no pior caso de medição da C/I no sistema, ganho de processamento do sistema, concepção dos códigos de correcção de erro, e nível desejado de desempenho. Na forma de realização exemplificativa, as

velocidades de transmissão de dados suportadas são escolhidas para que a diferença entre velocidades de transmissão de dados suportadas sucessivas seja 3 dB. O incremento de 3 dB é um compromisso entre vários factores que incluem a precisão da medição de C/I que pode ser obtida pela estação 6 móvel, as perdas (ou ineficiências) que resultam da quantificação das velocidades de transmissão de dados com base na medição da C/I, e o número de bits (ou a velocidade de transmissão de bits) necessário para transmitir a velocidade de transmissão de dados solicitada da estação 6 móvel para a estação 4 base. Mais velocidades de transmissão de dados suportadas exigem mais bits para identificar a velocidade de transmissão de dados solicitada mas permitem uma utilização mais eficiente da ligação descendente devido ao erro de quantificação mais pequeno entre a velocidade de transmissão de dados máxima calculada e a velocidade de transmissão de dados suportada. A presente invenção refere-se à utilização de um qualquer número de velocidades de transmissão de dados suportadas e a outras velocidades de transmissão de dados suportadas para além das listadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros de Canal de Tráfego

| Parâmetro | Velocidades de Transmissão de Dados | | | | | | | Unidades |
|---|-------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------------|
| | 38,4 | 76,8 | 153,6 | 307,2 | 614,4 | 1228,8 | 2457,6 | |
| Bits de dados/Pacote | 1024 | 1024 | 1024 | 1024 | 1024 | 2048 | 2048 | Bits |
| Comprimento de pacote | 26,67 | 13,33 | 6,67 | 3,33 | 1,67 | 1,67 | 0,83 | ms |
| Intervalos/pacote | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 | 1 | 0,5 | Intervalos |
| Pacote/transmissão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | Pacotes |
| Intervalos/transmissão | 19 | 8 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | Intervalos |
| Velocidade de transmissão de símbolos Walsh | 153,6 | 307,2 | 614,4 | 1228,8 | 2457,6 | 2457,6 | 4915,2 | Ksps |

(continuação)

| Parâmetro | Velocidades de Transmissão de Dados | | | | | | | Unidades |
|-------------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|------------|
| | 38,4 | 76,8 | 153,6 | 307,2 | 614,4 | 1228,8 | 2457,6 | |
| Canal Walsh/fase QPSK | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 16 | 16 | Canais |
| Velocidade do modulador | 76,8 | 76,8 | 76,8 | 76,8 | 76,8 | 76,8 | 76,8 ¹ | Ksps |
| Chips PN/bits de dados | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 | 0,5 | Chips/bits |
| Taxa de espalhamento 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 velocidade | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |

Nota: (1) modulação 16-QAM

Um diagrama da estrutura de tramas da ligação descendente exemplificativa da presente invenção é ilustrado na FIG. 4A. A transmissão do canal de tráfego é dividida em tramas que, na forma de realização exemplificativa, são definidas como o comprimento das sequências PN curtas ou 26,67 ms. Cada trama pode transportar informação de canal de controlo endereçada para todas as estações **6** móveis (trama de canal de controlo), dados de tráfego endereçados para uma estação **6** móvel particular (trama de tráfego), ou pode estar vazia (trama inactiva). O conteúdo de cada trama é determinado pela programação efectuada pela estação **4** base transmissora. Na forma de realização exemplificativa, cada trama compreende 16 intervalos de tempo, tendo cada intervalo de tempo uma duração de 1,667 ms. Um intervalo de tempo de 1,667 ms é adequado para permitir que a estação **6** móvel efectue a medição da C/I do sinal de ligação descendente. Um intervalo de tempo de 1,667 ms também representa uma quantidade de tempo suficiente para uma transmissão eficiente de dados em pacote. Na forma de realização exemplificativa, cada intervalo de tempo é ainda dividido em quatro intervalos iguais.

Na presente invenção, cada pacote de dados é transmitido ao longo de um ou mais intervalos de tempo conforme se mostra na Tabela 1. Na forma de realização exemplificativa, cada pacote de dados de ligação descendente compreende 1024 ou 2048 bits. Deste modo, o número de intervalos de tempo exigido para transmitir cada pacote de dados está dependente da velocidade de transmissão de dados e varia de 16 intervalos de tempo para uma velocidade de 38,4 Kbps a 1 intervalo de tempo para a velocidade de 1,2288 Mbps e superior.

Um diagrama exemplificativo da estrutura de intervalos de ligação descendente da presente invenção é mostrado na FIG. 4B. Na forma de realização exemplificativa, cada intervalo compreende três dos quatro canais multiplexados no tempo, o canal de tráfego, canal de controlo, canal piloto e o canal de controlo de potência. Na forma de realização exemplificativa, os canais piloto e de controlo de potência são transmitidos em duas rajadas piloto e de controlo de potência que estão posicionadas nas mesmas posições em cada intervalo de tempo. As rajadas piloto e de controlo de potência são descritas, de modo pormenorizado, em seguida.

Na forma de realização exemplificativa, o pacote entrelaçado proveniente do entrelaçador **116** é perfurado para acomodar as rajadas piloto e de controlo de potência. Na forma de realização exemplificativa, cada pacote entrelaçado compreende 4096 símbolos codificados e os primeiros 512 símbolos codificados são perfurados, conforme se mostra na FIG. 4D. Os símbolos codificados restantes são desfasados no tempo para se alinharem com os intervalos de transmissão de canal de tráfego.

Os símbolos codificados perfurados são encriptados de modo a repartir os dados aleatoriamente antes de aplicar a cobertura *Walsh* ortogonal. A repartição aleatória limita a envolvente valor de pico-valor médio na forma de onda $S(t)$ modulada. A sequência de encriptação pode ser gerada com um registo de deslocamento com realimentação linear, dum modo conhecido na técnica. Na forma de realização exemplificativa, o encriptador **122** é carregado com o estado LC no início de cada intervalo. Na forma de realização exemplificativa, o relógio do encriptador **122** está sincronizado com o relógio do entrelaçador **116**, mas é interrompido durante as rajadas piloto e de controlo de potência.

Na forma de realização exemplificativa, os canais *Walsh* directos (para o canal de tráfego e canal de controlo de potência) são espalhados ortogonalmente com coberturas *Walsh* de 16 bits à taxa de espalhamento fixa de 1,2288 Mcps. O número de canais K ortogonais paralelos por sinal em fase e quadratura é uma função da velocidade de transmissão de dados, conforme se mostra na Tabela 1. Na forma de realização exemplificativa, para velocidades de transmissão de dados mais pequenas, as coberturas *Walsh* em fase e quadratura são escolhidas de modo a serem conjuntos ortogonais de modo a minimizar a diafonia para os erros de estimativa de fase do desmodulador. Por exemplo, para 16 canais *Walsh*, uma atribuição *Walsh* exemplificativa é W_0 a W_7 para o sinal em fase e W_8 a W_{15} para o sinal em quadratura.

Na forma de realização exemplificativa, utiliza-se modulação QPSK para velocidades de transmissão de dados de 1,2288 Mbps e inferiores. No que se refere a modulação QPSK, cada canal *Walsh* compreende um bit. Na forma de realização exemplificativa, com a velocidade de transmissão de dados mais

alta de 2,4576 Mbps, utiliza-se 16-QAM e os dados encriptados são desmultiplexados em 32 fluxos paralelos, tendo, cada um, uma largura de 2 bits, 16 fluxos paralelos para o sinal em fase e 16 fluxos paralelos para o sinal em quadratura. Na forma de realização exemplificativa, o LSB de cada símbolo de 2 bits é o símbolo que sai mais cedo do entrelaçador **116**. Na forma de realização exemplificativa, as intervenções da modulação QAM de (0, 1, 3, 2) representam valores de modulação de (+3, +1, -1, -3) respectivamente. A utilização de outros esquemas de modulação, tal como modulação por desvio de fase PSK de ordem m , pode ser considerada e está abrangida pelo âmbito da presente invenção.

Os canais *Walsh* em fase e quadratura são dimensionados antes da modulação de modo a manter uma potência de transmissão total constante que é independente da velocidade de transmissão de dados. As definições de ganho são normalizadas para uma referência unitária equivalente à BPSK modulada. Os ganhos G de canal normalizados em função do número de canais *Walsh* (ou velocidade de transmissão de dados) são mostrados na Tabela 2. Também listada na Tabela 2 está a potência média por canal *Walsh* (em fase ou quadratura) para que a potência normalizada total seja igual à unidade. Saliente-se que o ganho de canal para 16-QAM tem em conta o facto da energia normalizada por chip *Walsh* ser 1 para QPSK e 5 para 16-QAM.

Tabela 2 - Ganhos de Canal Ortogonal de Canal de Tráfego

| Duração da Perfuração | | | | |
|---|---------------------------------|-----------|-------------------------------|--------------------------------|
| Velocidade de transmissão de dados (Kbps) | Número K de Canais <i>Walsh</i> | Modulação | Ganho G de canal <i>Walsh</i> | Potência P_k média por canal |
| 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 perfurado em cada trama de tráfego para auxiliar a estação **6** móvel na sincronização com o primeiro intervalo de cada transmissão de velocidade variável. Na forma de realização exemplificativa, o preâmbulo é uma sequência só de zeros que, para uma trama de tráfego, é espalhada com o código PN longo, mas, para uma trama de canal de controlo, não é espalhada com o código PN longo. Na forma de realização exemplificativa, o preâmbulo é desmodulado com BPSK que é espalhada ortogonalmente com a cobertura *Walsh* W_1 . A utilização de um único canal ortogonal minimiza a envolvente valor de pico-valor médio. Do mesmo modo, a utilização de uma cobertura *Walsh* W_1 diferente de zero minimiza a detecção piloto falsa dado que, no que se refere a tramas de tráfego, o piloto é

espalhado com uma cobertura *Walsh* W_0 e, quer o piloto, quer o preâmbulo, não são espalhados com o código PN longo.

O preâmbulo é multiplexado para o fluxo de canal de tráfego no início do pacote durante um período que é uma função da velocidade de transmissão de dados. O comprimento do preâmbulo é tal que o cabeçalho do preâmbulo é, aproximadamente, constante para todas as velocidades de transmissão de dados, ao mesmo tempo que minimiza a probabilidade de detecção falsa. Um resumo do preâmbulo em função de velocidades de transmissão de dados é mostrado na Tabela 3. note-se que o preâmbulo compreende 3,1 por cento ou menos de um pacote de dados.

Tabela 3 - Parâmetros do Preâmbulo

| Velocidade de transmissão de dados (Kbps) | Duração da Perfuração do preâmbulo | | |
|---|------------------------------------|----------|-----------|
| | Símbolos <i>Walsh</i> | Chips PN | Cabeçalho |
| 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 Trama de Ligação Descendente

Na forma de realização exemplificativa, cada pacote de dados é formatado pela adição de bits de verificação de tramas, bits de cauda de código e outros campos de controlo. Neste documento, 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 forma de realização exemplificativa, a ligação descendente suporta dois formatos de pacotes de dados que estão ilustrados nas FIGS. 4E e 4F. O formato **410** de pacote compreende cinco campos e o formato **430** de pacote compreende nove campos. O formato **410** de pacote é utilizado quando o pacote de dados a transmitir para a estação **6** móvel contém dados suficientes para encher totalmente todos os octetos disponíveis no campo **418** de DADOS. Se a quantidade de dados a transmitir for inferior à dos octetos disponíveis no campo **418** de DADOS, utiliza-se o formato **430** de pacote. Os octetos não utilizados são preenchidos só com zeros e designados por campo **446** de PREENCHIMENTO.

Na forma de realização exemplificativa, os campos **412** e **413** de sequência de verificação de tramas (FCS) contêm os bits de paridade CRC que são gerados pelo gerador **112** CRC (ver FIG. 3A) de acordo com um polinomial gerador predeterminado. Na forma de realização exemplificativa, o polinomial CRC é $g(x)=x^{16}+x^{12}+x^5+1$, embora outros polinomiais possam ser utilizados e estejam abrangidos pelo âmbito da presente invenção. Na forma de realização exemplificativa, os bits CRC são calculados relativamente aos campos FMT, SEQ, LEN, DADOS e PREENCHIMENTO. Isto proporciona detecção de erro relativamente a todos os bits, excepto os bits de cauda de código nos campos **420** e **448** de

CAUDA, transmitidos através do canal de tráfego na ligação descendente. Na forma de realização alternativa, os bits CRC só são calculados relativamente ao campo DADOS. Na forma de realização exemplificativa, os campos **412** e **432** FCS contêm 16 bits de paridade CRC, embora outros geradores CRC que proporcionam um número diferente de bits de paridade possam ser utilizados e estejam abrangidos pelo âmbito da presente invenção. Embora os campos **412** e **432** FCS da presente invenção tenham sido descritos no contexto dos bits de paridade CRC, outras sequências de verificação de tramas podem ser utilizadas e estão abrangidas pelo âmbito da presente invenção. Por exemplo, uma soma de controlo pode ser calculada para o pacote e ser proporcionada no campo FCS.

Na forma de realização exemplificativa, os campos **414** e **434** de formato de trama (FMT) contêm um bit de controlo que indica se a trama de dados contém apenas octetos de dados (formato **410** de pacote) ou octetos de dados e preenchimento e zero ou mais mensagens (formato **430** de pacote). Na forma de realização exemplificativa, um valor baixo para o campo **414** FMT corresponde ao formato **410** de pacote. Em alternativa, um valor alto para o campo **434** FMT corresponde ao formato **430** de pacote.

Os campos **416** e **442** de número de sequência (SEQ) identificam a primeira unidade de dados nos campos **418** e **444** de dados, respectivamente. O número de sequência permite que os dados sejam transmitidos não-sequencialmente para a estação **6** móvel, e. g., para retransmissão dos pacotes que tenham sido recebidos com erro. A atribuição do número de sequência ao nível da unidade de dados elimina a necessidade de um protocolo de fragmentação de trama para retransmissão. O número de sequência também permite que a estação **6** móvel detecte unidades de dados

duplicadas. Após receber os campos FMT, SEQ e LEN, a estação **6** móvel fica apta a determinar que unidades de dados foram recebidas em cada intervalo de tempo sem utilizar mensagens de sinalização especiais.

O número de bits atribuídos para representar o número de sequência está dependente do número máximo de unidades de dados que pode ser transmitido num intervalo de tempo e do pior caso relativamente aos atrasos de retransmissão de dados. Na forma de realização exemplificativa, cada unidade de dados é identificada por um número de sequência de 24 bits. À velocidade de transmissão de dados de 2,4576 Mbps, o número máximo de unidades de dados que pode ser transmitido em cada intervalo é de, aproximadamente, 256. São necessários oito bits para identificar cada uma das unidades de dados. Para além disso, pode calcular-se que o pior caso relativamente aos atrasos de retransmissão de dados é inferior a 500 ms. Os atrasos de retransmissão incluem o tempo necessário para uma mensagem NACK pela estação **6** móvel, retransmissão dos dados, e o número de tentativas de retransmissão provocado pelo pior caso relativamente às execuções de erros múltiplos. Por conseguinte, 24 bits permitem que a estação **6** móvel identifique correctamente as unidades de dados a receber sem ambiguidade. O número de bits nos campos **416** e **442** SEQ pode ser aumentado ou diminuído, dependendo do tamanho do campo **418** de DADOS e dos atrasos de retransmissão. A utilização de um número diferente de bits para os campos **416** e **442** SEQUÊNCIA está abrangida pelo âmbito da presente invenção.

Quando a estação **4** base tem menos dados a transmitir para a estação **6** móvel do que o espaço disponível no campo **418** de DADOS, utiliza-se o formato **430** de pacote. O formato **430** de pacote permite que a estação **4** base transmita um número qualquer

de unidades de dados, até ao número máximo de unidades de dados disponíveis, para a estação **6** móvel. Na forma de realização exemplificativa, um valor alto para o campo **434** FMT indica que a estação **4** base está a transmitir o formato **430** de pacote. No interior do formato **430** de pacote, o campo **440** LEN contém o valor do número de unidades de dados a transmitir nesse pacote. Na forma de realização exemplificativa, o campo **440** LEN tem um comprimento de 8 bits dado que o campo **444** de DADOS pode variar de 0 a 255 octetos.

Os campos **418** e **444** de dados contêm os dados a transmitir para a estação **6** móvel. Na forma de realização exemplificativa, no que se refere ao formato **410** de pacote, cada pacote de dados compreende 1024 bits dos quais 992 são bits de dados. No entanto, pacotes de dados de comprimento variável para aumentar o número de bits de informação podem ser utilizados e estão abrangidos pelo âmbito da presente invenção. Para o formato **430** de pacote, o tamanho do campo **444** de DADOS é determinado pelo campo **440** LEN.

Na forma de realização exemplificativa, o formato **430** de pacote pode ser utilizado para transmitir zero ou mais mensagens de sinalização. O campo **436** de comprimento de sinalização (SIG LEN) contém o comprimento das mensagens de sinalização subsequentes, em octetos. Na forma de realização exemplificativa, o campo **436** SIG LEN tem um comprimento de 8 bits. O campo **438** de SINALIZAÇÃO contém as mensagens de sinalização. Na forma de realização exemplificativa, cada mensagem de sinalização com um campo de identificação de mensagem (MENSAGEM ID), um campo de comprimento de mensagem (LEN) e uma carga útil da mensagem, conforme descrito, em seguida.

O campo **446** de PREENCHIMENTO contém octetos de preenchimento que, na forma de realização exemplificativa, valem 0x00 (hex). O campo **446** de PREENCHIMENTO é utilizado porque a estação **4** base pode ter menos octetos de dados a transmitir para a estação **6** móvel do que o número de octetos disponível no campo **418** de DADOS. Quando isto ocorre, o campo **446** de PREENCHIMENTO contém octetos de preenchimento em número suficiente para encher o campo de dados não utilizado. O campo **446** de PREENCHIMENTO tem um comprimento variável e depende do comprimento do campo **444** de DADOS.

O último campo de formatos **410** e **430** de pacote consiste nos campos **420** e **448** de CAUDA, respectivamente. Os campos **420** e **448** de CAUDA contêm os bits de cauda de código a zero (0x0) que são utilizados para forçar o codificador **114** (ver FIG. 3A) a adoptar um estado conhecido no fim de cada pacote de dados. Os bits de cauda de código permitem que o codificador **114** divida, sucintamente, o pacote para que se utilizem apenas bits de um pacote no processo de codificação. Os bits de cauda de código também permitem que o descodificador no interior da estação **6** móvel determine os limites do pacote durante o processo de descodificação. O número de bits nos campos **420** e **448** de CAUDA depende da concepção do codificador **114**. Na forma de realização exemplificativa, os campos **420** e **448** de CAUDA são suficientemente compridos para forçar o codificador **114** a adoptar um estado conhecido.

Os dois formatos de pacote descritos anteriormente são formatos exemplificativos que podem ser utilizados para facilitar a transmissão de dados e mensagens de sinalização. Podem criar-se vários outros formatos de pacote para satisfazer

as necessidades de um sistema de comunicação em particular. Do mesmo modo, um sistema de comunicação pode ser concebido para acomodar mais do que os dois formatos de pacote descritos anteriormente.

IX. Trama de Canal de Controlo de Ligação Descendente

Na presente invenção, o canal de tráfego é também utilizado para transmitir mensagens da estação **4** base para as estações **6** móveis. Os tipos de mensagens transmitidas incluem: (1) mensagens de direcção de transferência, (2) mensagens de *paging* (e. g. para avisar uma estação **6** móvel específica que existem dados na fila de espera para essa estação **6** móvel), (3) pacotes de dados curtos para uma estação **6** móvel específica, e (4) mensagens ACK ou NACK para as transmissões de dados de ligação ascendente (a descrever aqui posteriormente). Outros tipos de mensagens também podem ser transmitidos no canal de controlo e estão abrangidas pelo âmbito da presente invenção. Após finalizar a fase de preparação da chamada, a estação **6** móvel monitoriza o canal de controlo no que se refere a mensagens de *paging* e inicia a transmissão do sinal piloto de ligação ascendente.

Na forma de realização exemplificativa, o canal de controlo é multiplexado no tempo com os dados de tráfego no canal de tráfego, conforme se mostra na FIG. 4. As estações **6** móveis identificam a mensagem de controlo ao detectar um preâmbulo que foi coberto com um código PN predeterminado. Na forma de realização exemplificativa, as mensagens de controlo são transmitidas com uma velocidade fixa que é determinada pela estação **6** móvel durante a aquisição. Na forma de realização

preferida, a velocidade de transmissão de dados do canal de controlo é de 76,8 Kbps.

O canal de controlo transmite mensagens em cápsulas de canal de controlo. O diagrama de uma cápsula do canal de controlo exemplificativa é mostrado na FIG. 4G. Na forma de realização exemplificativa, cada cápsula compreende o preâmbulo **462**, a carga útil de controlo e bits **474** de paridade CRC. A carga útil de controlo compreende uma ou mais mensagens e, se necessário, bits **472** de preenchimento. Cada mensagem compreende um identificador **464** de mensagem (MSG ID), comprimento **466** de mensagem (LEN), endereço **468** opcional (ADDR) (e. g., se a mensagem for dirigida para uma estação **6** móvel específica), e carga útil **470** de mensagem. Na forma de realização exemplificativa, as mensagens estão alinhadas com limites dos octetos. A cápsula do canal de controlo exemplificativa ilustrada na FIG. 4G compreende duas mensagens de radiodifusão destinadas a todas as estações **6** móveis e uma mensagem dirigida para uma estação **6** móvel específica. O campo **464** MSG ID determina se a mensagem requer ou não um campo de endereço (e. g., se é uma mensagem de radiodifusão ou específica).

X. Canal Piloto de Ligação Descendente

Na presente invenção, um canal piloto de ligação descendente proporciona um sinal piloto que é utilizado por estações **6** móveis para aquisição inicial, recuperação de fase, recuperação temporal, e combinação de rácios. Estas utilizações são idênticas às dos sistemas de comunicação CDMA que satisfazem a norma IS-95. Na forma de realização exemplificativa, o sinal

piloto também é utilizado por estações **6** móveis para efectuar a medição da C/I.

O diagrama de blocos exemplificativo do canal piloto de ligação descendente da presente invenção é mostrado na FIG. 3A. Os dados piloto compreendem uma sequência só de zeros (ou só de uns) que é fornecida ao multiplicador **156**. O multiplicador **156** cobre os dados piloto com o código *Walsh* W_0 . Dado que o código *Walsh* W_0 é uma sequência só de zeros, a saída do multiplicador **156** são os dados piloto. Os dados piloto são multiplexados no tempo pelo MUX **162** e fornecidos ao canal *Walsh* I, que é espalhado pelo código PN_1 curto no interior do multiplicador **214** complexo (ver FIG. 3B). Na forma de realização exemplificativa, os dados piloto não são espalhados com o código PN longo, que é eliminado das portas durante a rajada piloto pelo MUX **34**, para permitir a recepção por todas as estações **6** móveis. O sinal piloto é, deste modo, um sinal BPSK desmodulado.

Um diagrama que ilustra o sinal piloto é mostrado na FIG. 4B. Na forma de realização exemplificativa, cada intervalo de tempo compreende duas rajadas **306a** e **306b** piloto que ocorrem no final do primeiro e terceiro quartos do intervalo de tempo. Na forma de realização exemplificativa, cada rajada **306** piloto tem uma duração de 64 *chips* ($T_p=64$ *chips*). Na ausência de dados de tráfego ou dados de canal de controlo, a estação 4 base só transmite as rajadas piloto e de controlo de potência, o que dá origem a uma forma de onda descontínua emitida em rajadas à velocidade periódica de 1200 Hz. Os parâmetros de modulação do piloto são apresentados na Tabela 4.

XI. Controle de Potência de Ligação Ascendente

Na presente invenção, o canal de controle de potência de ligação descendente é utilizado para enviar o comando de controle de potência que é utilizado para controlar a potência de transmissão da transmissão de ligação ascendente desde a estação **6** remota. Na ligação ascendente, cada estação **6** móvel transmissora age como uma fonte de interferência relativamente a todas as estações **6** móveis na rede. Para minimizar a interferência na ligação ascendente e maximizar a capacidade, a potência de transmissão de cada estação **6** móvel é controlada por dois circuitos de controle de potência. Na forma de realização exemplificativa, os circuitos de controle de potência são idênticos aos do sistema CDMA divulgados, de modo pormenorizado, na Patente U.S. Nº 5056109, intitulada "*METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING TRANSMISSION POWER IN A CDMA CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM*", atribuída ao titular da presente invenção. Outro mecanismo de controle de potência pode também ser considerado e está abrangido pelo âmbito da presente invenção.

O primeiro circuito de controle de potência regula a potência de transmissão da estação **6** móvel para que a qualidade de sinal da ligação ascendente seja mantida com um nível de referência. A qualidade de sinal é medida como sendo a relação E_b/I_0 entre a energia por bit versus ruído mais interferência do sinal de ligação ascendente recebida na estação **4** base. O nível estabelecido é designado por valor de referência E_b/I_0 . O segundo circuito de controle de potência regula o valor de referência para que o nível de desempenho desejado, enquanto medido pela taxa de erros de trama (FER), seja mantido. O controle de potência é crítico na ligação ascendente porque a potência de transmissão de cada estação **6** móvel é uma interferência para

outras estações **6** móveis no sistema de comunicação. A minimização da potência de transmissão da ligação ascendente reduz a interferência e aumenta a capacidade da ligação ascendente.

No interior do primeiro circuito de controlo de potência, a E_b/I_0 do sinal de ligação ascendente é medida na estação **4** base. A estação **4** base, depois, compara a E_b/I_0 medida com o valor de referência. Se a E_b/I_0 medida for superior ao valor de referência, a estação **4** base transmite uma mensagem de controlo de potência para a estação **6** móvel para diminuir a potência de transmissão. Em alternativa, se a E_b/I_0 medida for inferior ao valor de referência, a estação **4** base transmite uma mensagem de controlo de potência para a estação **6** móvel para aumentar a potência de transmissão. Na forma de realização exemplificativa, a mensagem de controlo de potência é implementada com um bit de controlo de potência. Na forma de realização exemplificativa, um valor alto para o bit de controlo de potência faz com que a estação **6** móvel aumente a sua potência de transmissão, e um valor baixo faz com que a estação **6** móvel diminua a sua potência de transmissão.

Na presente invenção, os bits de controlo de potência para todas as estações **6** móveis em comunicação com cada estação **4** base são transmitidos no canal de controlo de potência. Na forma de realização exemplificativa, o canal de controlo de potência compreende até **32** canais ortogonais que são espalhados com as coberturas *Walsh* de 16 bits. Cada canal *Walsh* transmite um bit de controlo de potência inverso (RPC) ou um bit FAC a intervalos periódicos. É atribuída a cada estação **6** móvel activa um índice RPC que define a cobertura *Walsh* e a fase de modulação QPSK (e. g., em fase ou quadratura) para transmissão do fluxo de bits

RPC destinado a essa estação **6** móvel. Na forma de realização exemplificativa, o índice RPC de 0 é reservado para o bit FAC.

O diagrama de blocos exemplificativo do canal de controlo de potência é mostrado na FIG. 3A. Os bits RPC são fornecidos ao repetidor **150** de símbolos que repete cada bit RPC um número predeterminado de vezes. Os bits RPC repetidos são fornecidos ao elemento **152** de cobertura *Walsh* que cobre os bits com as coberturas *Walsh* correspondentes aos índices RPC. Os bits cobertos são fornecidos ao elemento **154** de ganho que escalona os bits antes da modulação de modo a manter constante uma potência de transmissão total. Na forma de realização exemplificativa, os ganhos dos canais *Walsh* RPC são normalizados para que a potência total do canal RPC seja igual à potência de transmissão disponível total. Os ganhos dos canais *Walsh* podem ser variados em função do tempo para uma utilização eficiente da potência de transmissão total das estações base mantendo-se, ao mesmo tempo, uma transmissão RPC fiável para todas as estações **6** móveis activas. Na forma de realização exemplificativa, faz-se com que os ganhos de canal *Walsh* de estações **6** móveis inactivas sejam zero. O controlo automático de potência dos canais *Walsh* RPC é possível utilizando estimativas da medição de qualidade de ligação descendente a partir do canal DRC correspondente das estações **6** móveis. Os bits RPC escalonados provenientes do elemento **154** de ganho são fornecidos ao MUX **162**.

Na forma de realização exemplificativa, os índices RPC de 0 a 15 são atribuídos a coberturas *Walsh* W_0 a W_{15} , respectivamente, e são transmitidos por volta da primeira rajada piloto no interior de um intervalo (rajadas **304** RPC na FIG. 4C). Os índices RPC de 16 a 31 são atribuídos a coberturas *Walsh* W_0 a W_{15} , respectivamente, e são transmitidos por volta da segunda

rajada piloto no interior de um intervalo (rajadas **308** RPC na FIG. 4C). Na forma de realização exemplificativa, os bits RPC são modulados em BPSK, sendo as coberturas *Walsh* pares (e. g., $W_0, W_2, W_4, \text{ etc.}$) moduladas no sinal em fase e as coberturas *Walsh* ímpares (e. g., $W_1, W_3, W_5, \text{ etc.}$) moduladas no sinal em quadratura. Para reduzir a envolvente valor de pico-valor médio, é preferível equilibrar a potência em fase e quadratura. Para além disso, para minimizar a diafonia devida ao erro de estimativa de fase do desmodulador, é preferível atribuir coberturas ortogonais aos sinais em fase e quadratura.

Na forma de realização exemplificativa, podem transmitir-se até 31 bits RPC em 31 canais *Walsh* RPC em cada intervalo de tempo. Na forma de realização exemplificativa, 15 bits RPC são transmitidos na primeira metade do intervalo e 16 bits RPC são transmitidos na segunda metade do intervalo. Os bits RPC são combinados por somadores **212** (ver FIG. 3B) e a forma de onda composta do canal de controlo de potência é a qual é mostrada na FIG. 4C.

Um diagrama temporal do canal de controlo de potência é ilustrado na FIG. 4B. Na forma de realização exemplificativa, a velocidade de transmissão de bits RPC é de 600 bps, ou um bit RPC por intervalo de tempo. Cada bit RPC é multiplexado no tempo e transmitido através de duas rajadas RPC (e. g., rajadas **304a** e **304b** RPC), conforme se mostra nas FIGS. **4B** e **4C**. Na forma de realização exemplificativa, cada rajada RPC é 32 *chips* PN (ou 2 símbolos *Walsh*) em largura ($T_{pc}=32 \text{ chips}$) e a largura total de cada bit RPC é 64 *chips* PN (ou 4 símbolos *Walsh*). Podem obter-se outras velocidades de transmissão de bits RPC alterando o número de repetição de símbolos. Por exemplo, pode obter-se uma velocidade de transmissão de bits RPC de 1200 bps (para suportar

até 63 estações **6** móveis, simultaneamente, ou para aumentar a taxa de controlo de potência) transmitindo o primeiro conjunto de 31 bits RPC em rajadas **304a** e **304b** RPC, e o segundo conjunto de 32 bits RPC em rajadas **308a** e **308b** RPC. Neste caso, utilizam-se todas as coberturas *Walsh* nos sinais em fase e quadratura. Os parâmetros de modulação para os bits RPC estão resumidos na Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros de Modulação do Piloto e do Controlo de Potência

| Parâmetro | RPC | FAC | Piloto | Unidades |
|----------------------------|------|------|--------|----------|
| Velocidade | 600 | 75 | 1200 | Hz |
| Formato de modulação | QPSK | QPSK | BPSK | |
| Duração do bit de controlo | 64 | 1024 | 64 | Chips PN |
| Repetição | 4 | 64 | 4 | símbolos |

O canal de controlo de potência tem uma natureza relacionada com rajadas dado que o número de estações **6** móveis em comunicação com cada estação **4** base pode ser inferior ao número de canais *Walsh* RPC disponíveis. Nesta situação, faz-se com que alguns canais *Walsh* RPC sejam iguais a zero, regulando correctamente os ganhos do elemento **154** de ganho.

Na forma de realização exemplificativa, os bits RPC são transmitidos para estações **6** móveis sem codificação ou entrelaçamento para minimizar atrasos de processamento. Para

além disso, a recepção errônea do bit de controlo de potência não prejudica o sistema de comunicação de dados da presente invenção dado que o erro pode ser corrigido no intervalo de tempo seguinte pelo circuito de controlo de potência.

Na presente invenção, as estações **6** móveis podem estar numa transferência suave com múltiplas estações **4** base na ligação ascendente. O método e equipamento para o controlo de potência da ligação ascendente para a estação **6** móvel numa transferência suave são divulgados na Patente U.S. Nº 5056109 supracitada. A estação **6** móvel em transferência suave monitoriza o canal *Walsh* RPC para cada estação **4** base no conjunto activo e combina os bits RPC de acordo com o método divulgado na Patente U.S. Nº 5056109 supracitada. Na primeira forma de realização, a estação **6** móvel executa a lógica OR dos comandos de diminuição de potência. A estação **6** móvel diminui a potência de transmissão se qualquer um dos bits RPC recebidos obrigar a estação **6** móvel a diminuir a potência de transmissão. Na segunda forma de realização, a estação **6** móvel em transferência suave pode combinar as decisões ligeiras dos bits RPC antes de tomar uma decisão firme. Outras formas de realização para processamento dos bits RPC recebidos podem ser consideradas e estão abrangidas pelo âmbito da presente invenção.

Na presente invenção, o bit FAC indica às estações **6** móveis se o canal de tráfego do canal piloto associado irá ou não transmitir na meia trama seguinte. A utilização do bit FAC melhora a estimativa da C/I pelas estações **6** móveis e, conseqüentemente, a velocidade de transmissão de dados solicitada, através da radiodifusão do conhecimento da actividade de interferência. Na forma de realização exemplificativa, o bit FAC só se altera nos limites da meia

trama e é repetido durante oito intervalos de tempo sucessivos, o que dá origem a uma velocidade de transmissão de bits de 75 bps. Os parâmetros para o bit FAC estão listados na Tabela 4.

Utilizando o bit FAC, as estações 6 móveis podem calcular a medição da C/I do seguinte modo:

$$\left(\frac{C}{I}\right)_i = \frac{C_i}{I - \sum_{j \neq i} (1 - \alpha_j) C_j} \quad , \quad (3)$$

em que $(C/I)_i$ é a medição da C/I do sinal de ligação descendente de ordem i , C_i é a potência total recebida do sinal de ligação descendente de ordem i , C_j é a potência recebida do sinal de ligação descendente de ordem j , I é a interferência total se todas as estações 4 base estiverem a transmitir, α_j é o bit FAC do sinal de ligação descendente de ordem j e pode valer 0 ou 1 dependendo do bit FAC.

XII. Transmissão de Dados de Ligação Ascendente

Na presente invenção, a ligação ascendente suporta uma transmissão de dados com velocidade variável. A velocidade variável proporciona flexibilidade e permite que as estações 6 móveis transmitam com uma ou diversas velocidades de transmissão de dados, dependendo da quantidade de dados a transmitir para a estação 4 base. Na forma de realização exemplificativa, a estação 6 móvel pode transmitir dados com a menor velocidade de transmissão de dados em qualquer instante. Na forma de realização exemplificativa, a transmissão de dados a velocidades de transmissão de dados mais altas exige uma concessão da

estação **4** base. Esta implementação minimiza o atraso de transmissão de ligação ascendente ao mesmo tempo que proporciona uma utilização eficiente do recurso de ligação ascendente.

Uma ilustração exemplificativa do diagrama de fluxo da transmissão de dados de ligação ascendente da presente invenção é mostrada na FIG. 8. Inicialmente, no intervalo n , a estação **6** móvel efectua um inquérito de acesso, conforme descrito na Patente U.S. Nº 5289527 supracitada, para estabelecer o canal de dados com a menor velocidade de transmissão de dados na ligação ascendente no bloco **802**. No mesmo intervalo n , a estação **4** base desmodula o inquérito de acesso e recebe a mensagem de acesso no bloco **804**. A estação **4** base concede a solicitação para o canal de dados e, no intervalo $n+2$, transmite a concessão e o índice RPC atribuído no canal de controlo, no bloco **806**. No intervalo $n+2$, a estação **6** móvel recebe a concessão e é controlada em termos de potência pela estação **4** base, no bloco **808**. Começando no intervalo $n+3$, a estação **6** móvel inicia a transmissão do sinal piloto e acede, imediatamente, ao canal de dados com a velocidade de transmissão de dados mais baixa na ligação ascendente.

Se a estação **6** móvel tiver dados de tráfego e exigir um canal de dados com alta velocidade de transmissão de dados, a estação **6** móvel pode iniciar a solicitação no bloco **810**. No intervalo $n+3$, a estação **4** base recebe a solicitação da alta velocidade de transmissão de dados, no bloco **812**. No intervalo $n+5$, a estação **4** base transmite a concessão no canal de controlo, no bloco **814**. No intervalo $n+5$, a estação **6** móvel recebe a concessão no bloco **816** e inicia a transmissão de dados a alta velocidade na ligação ascendente a começar no intervalo $n+6$, no bloco **818**.

XIII. Arquitectura de Ligação Ascendente

No sistema de comunicação de dados da presente invenção, a transmissão de ligação ascendente difere da transmissão de ligação descendente de vários modos. Na ligação descendente, a transmissão de dados ocorre, tipicamente, desde uma estação **4** base para uma estação **6** móvel. No entanto, na ligação ascendente, cada estação **4** base pode receber, ao mesmo tempo, transmissões de dados a partir de múltiplas estações **6** móveis. Na forma de realização exemplificativa, cada estação **6** móvel pode transmitir a uma ou várias velocidades de transmissão de dados dependendo da quantidade de dados a transmitir para a estação **4** base. Esta concepção de sistema reflecte a característica assimétrica da comunicação de dados.

Na forma de realização exemplificativa, a unidade básica de tempo na ligação ascendente é idêntica à unidade básica de tempo na ligação descendente. Na forma de realização exemplificativa, as transmissões de dados de ligação descendente e ligação ascendente ocorrem ao longo de intervalos de tempo que duram 1,667 ms. No entanto, dado que a transmissão de dados na ligação ascendente ocorre, tipicamente, com uma velocidade de transmissão de dados mais baixa, pode utilizar-se uma unidade básica de tempo mais comprida para melhorar a eficiência.

Na forma de realização exemplificativa, a ligação ascendente suporta dois canais: o canal piloto/DRC e o canal de dados. A função e implementação de cada um destes canais são descritas em seguida. O canal piloto/DRC é utilizado para

transmitir o sinal piloto e as mensagens DRC e o canal de dados é utilizado para transmitir dados de tráfego.

Um diagrama da estrutura de trama da ligação ascendente exemplificativa da presente invenção é ilustrado na FIG. 7A. Na forma de realização exemplificativa, a estrutura de trama de ligação ascendente é idêntica à estrutura de trama de ligação descendente mostrada na FIG. 4A. No entanto, na ligação ascendente, os dados piloto/DRC e dados de tráfego são transmitidos ao mesmo tempo nos canais em fase e quadratura.

Na forma de realização exemplificativa, a estação **6** móvel transmite uma mensagem DRC no canal piloto/DRC em cada intervalo de tempo sempre que a estação **6** móvel está a receber transmissão de dados a alta velocidade. Em alternativa, quando a estação **6** móvel não está a receber transmissão de dados a alta velocidade, todo o intervalo no canal piloto/DRC compreende o sinal piloto. O sinal piloto é utilizado pela estação **4** base receptora para uma série de funções: como auxílio na aquisição inicial, como referência de fase para os canais piloto/DRC e de dados e como a fonte para o controlo de potência de ligação ascendente em circuito fechado.

Na forma de realização exemplificativa, a largura de banda da ligação ascendente é seleccionada de modo a valer 1,2288 MHz. Esta selecção da largura de banda permite a utilização de hardware existente concebido para um sistema CDMA que satisfaz a norma IS-95. No entanto, podem utilizar-se outras larguras de banda para aumentar a capacidade e/ou satisfazerem os requisitos do sistema. Na forma de realização exemplificativa, os mesmos código PN longo e códigos PN_I e PN_Q curtos que especificados pela norma IS-95 são utilizados para espalhar o sinal de ligação

ascendente. Na forma de realização exemplificativa, os canais de ligação ascendente são transmitidos utilizando modulação QPSK. Em alternativa, pode utilizar-se modulação QPSK para minimizar a variação de amplitude do valor de pico versus valor médio do sinal modulado que pode dar origem a um melhor desempenho. A utilização de diferentes larguras de banda, códigos PN e esquemas de modulação do sistema pode ser considerada e está abrangida pelo âmbito da presente invenção.

Na forma de realização exemplificativa, a potência de transmissão das transmissões de ligação ascendente no canal piloto/DRC e no canal de dados é controlada de modo que a E_b/I_0 do sinal de ligação ascendente, enquanto medida na estação **4** base, seja mantida com um valor E_b/I_0 de referência predeterminado, conforme discutido na Patente U.S. Nº 5506109 supracitada. O controlo de potência é mantido pelas estações **4** base em comunicação com a estação **6** móvel e os comandos são transmitidos na forma de bits RPC, conforme discutido anteriormente.

XIV. Canal de Dados de Ligação Ascendente

Um diagrama de blocos da arquitectura de ligação ascendente exemplificativa da presente invenção é mostrado na FIG. 6. Os dados são divididos em pacotes de dados e fornecidos ao codificador **612**. Para cada pacote de dados, o codificador **612** gera os bits de paridade CRC, insere os bits de cauda de código e codifica os dados. Na forma de realização exemplificativa, o codificador **612** codifica o pacote de acordo com o formato de codificação divulgado no Pedido de Patente U.S. com o Nº de Série 08/743688 supracitado. Outros formatos de codificação

também podem ser utilizados e estão abrangidos pelo âmbito da presente invenção. O pacote codificado proveniente do codificador **612** é fornecido ao entrelaçador **614** de bloco que reordena os símbolos codificados no pacote. O pacote entrelaçado é fornecido ao multiplicador **616** que cobre os dados com a cobertura *Walsh* e fornece os dados cobertos ao elemento **618** de ganho. O elemento **618** de ganho escalona os dados de modo a manter uma energia por bit E_b constante, independentemente da velocidade de transmissão de dados. Os dados escalonados provenientes do elemento **618** de ganho são fornecidos a multiplicadores **650b** e **650d** que espalham os dados com as sequências PN_Q e PN_I , respectivamente. Os dados espalhados provenientes dos multiplicadores **652b** e **650d** são fornecidos a filtros **652b** e **652d**, respectivamente, os quais filtram os dados. Os sinais filtrados provenientes dos filtros **652a** e **652b** são fornecidos ao somador **654a** e os sinais filtrados provenientes dos filtros **652c** e **652d** são fornecidos ao somador **654b**. Os somadores **654** somam os sinais provenientes do canal de dados com os sinais provenientes do canal piloto/DRC. As saídas dos somadores **654a** e **654b** compreendem I_{OUT} e Q_{OUT} , respectivamente, que são moduladas com a sinusóide $\cos(w_c t)$ em fase e a sinusóide $\sin(w_c t)$ em quadratura, respectivamente (como na ligação descendente), e somadas (não mostrado na FIG. 6). Na forma de realização exemplificativa, os dados de tráfego são transmitidos, em fase ou na fase em quadratura da sinusóide.

Na forma de realização exemplificativa, os dados são espalhados com o código PN longo e códigos PN curtos. O código PN longo encripta os dados para que a estação **4** base receptora esteja apta a identificar a estação **6** móvel transmissora. O código PN curto espalha o sinal pela largura de banda do sistema. A sequência PN longa é gerada pelo gerador **642** de

código longo e fornecida aos multiplicadores **646**. As sequências PN_I e PN_Q curtas são geradas pelo gerador **644** de código curto e também fornecidas a multiplicadores **646a** e **646b**, respectivamente, as quais multiplicam os dois conjuntos de sequências para formar os sinais PN_I e PN_Q , respectivamente. O circuito **640** de temporização/controlo proporciona a referência de temporização.

O diagrama de blocos exemplificativo da arquitectura de canal de dados, conforme se mostra na FIG. 6, é uma de entre inúmeras arquitecturas que suportam codificação e modulação de dados na ligação ascendente. No que se refere a transmissão de dados a alta velocidade também se pode utilizar uma arquitectura idêntica à da ligação descendente utilizando múltiplos canais ortogonais. Outras arquitecturas, tal como a arquitectura para o canal de tráfego de ligação ascendente no sistema CDMA que satisfaz a norma IS-95, também podem ser consideradas e estão abrangidas pelo âmbito da presente invenção.

Na forma de realização exemplificativa, o canal de dados de ligação ascendente suporta quatro velocidades de transmissão de dados que são apresentadas na Tabela 5. Velocidades de transmissão de dados adicionais e/ou velocidades de transmissão de dados diferentes podem ser suportadas e estão abrangidas pelo âmbito da presente invenção. Na forma de realização exemplificativa, o tamanho de pacote para a ligação ascendente está dependente da velocidade de transmissão de dados, conforme mostrado na Tabela 5. Conforme descrito no Pedido de Patente U.S. com o N^o de Série 08/743688 supracitado, pode obter-se um melhor desempenho do descodificador para maiores tamanhos de pacote. Deste modo, tamanhos de pacotes diferentes dos listados na Tabela 5, podem ser utilizados para melhorar o desempenho e

estão abrangidos pelo âmbito da presente invenção. Além disso, pode fazer-se com que o tamanho de pacote seja um parâmetro independente da velocidade de transmissão de dados.

Tabela 5 - Parâmetros de Modulação do Piloto e do Controlo de Potência

| Parâmetro | Velocidades de transmissão de dados | | | | Unidades |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|----------|
| | 9,6 | 19,2 | 38,4 | 76,8 | |
| Duração da trama | 26,66 | 26,66 | 13,33 | 13,33 | ms |
| Comprimento do pacote de dados | 245 | 491 | 491 | 1003 | Bits |
| Comprimento de CRC | 16 | 16 | 16 | 16 | Bits |
| Bits de cauda de código | 5 | 5 | 5 | 5 | Bits |
| Total bits/pacote | 256 | 512 | 512 | 1024 | Bits |
| Comprimento de pacote codificado | 1024 | 2048 | 2048 | 4096 | Símbolos |
| Comprimento de símbolos Walsh | 32 | 16 | 8 | 4 | Chips |
| Solicitação exigida | Não | Sim | Sim | Sim | |

Como mostrado na Tabela 5, a ligação ascendente suporta múltiplas velocidades de transmissão de dados. Na forma de realização exemplificativa, a velocidade de transmissão de dados mais baixa de 9,6 Kbps é atribuída a cada estação **6** móvel após registo na estação **4** base. Na forma de realização exemplificativa, as estações **6** móveis podem transmitir dados no canal de dados com a velocidade mais baixa em qualquer intervalo

de tempo sem ter que solicitar permissão à estação **4** base. Na forma de realização exemplificativa, a transmissão de dados a velocidades de transmissão de dados mais altas, são concedidas pela estação **4** base seleccionada com base num conjunto de parâmetros de sistema, tais como a carga, equidade e tráfego total do sistema. Um mecanismo de programação exemplificativo para transmissão de dados a alta velocidade está descrito, de modo pormenorizado, no Pedido de Patente U.S. com o N^o de Série 08/798951 supracitado.

XV. Canal Piloto/DRC de Ligação Ascendente

O diagrama de blocos exemplificativo do canal piloto/DRC é mostrado na FIG. 6. A mensagem DRC é fornecida ao codificador **626** DRC que codifica a mensagem de acordo com um formato de codificação predeterminado. A codificação da mensagem DRC é importante dado que a probabilidade de erro da mensagem DRC tem que ser suficientemente baixa porque uma determinação incorrecta da velocidade de transmissão de dados da ligação descendente teria impacto no desempenho do rendimento do sistema. Na forma de realização exemplificativa, o codificador **626** DRC é um codificador de bloco CRC com velocidade (8.4) que codifica a mensagem DRC de 3 bits numa palavra de código de 8 bits. A mensagem DRC codificada é fornecida ao multiplicador **628** que cobre a mensagem com o código *Walsh* que identifica, exclusivamente, a estação **4** base de destino para a qual a mensagem DRC é dirigida. O código *Walsh* é proporcionado pelo gerador **624** *Walsh*. A mensagem DRC coberta é fornecida ao multiplexador (MUX) **630** que efectua a multiplexagem da mensagem com os dados piloto. A mensagem DRC e os dados piloto são fornecidos aos multiplicadores **650a** e **650c** que espalham os dados

com os sinais PN_I e PN_Q, respectivamente. Deste modo, o piloto e a mensagem DRC são transmitidos em fase ou em fase de quadratura da sinusóide.

Na forma de realização exemplificativa, a mensagem DRC é transmitida para a estação **4** base seleccionada. Isto é conseguido através da cobertura da mensagem DRC com o código *Walsh* que identifica a estação **4** base seleccionada. Na forma de realização exemplificativa, o código *Walsh* tem um comprimento de 128 *chips*. A obtenção de códigos *Walsh* de 128 *chips* é conhecida na técnica. Um código *Walsh* exclusivo é atribuído a cada estação **4** base que está em comunicação com a estação **6** móvel. Cada estação **4** base descobre o sinal no canal DRC com o seu código *Walsh* atribuído. A estação **4** base seleccionada está apta a descobrir a mensagem DRC e transmitir dados para a estação **6** móvel de solicitação na ligação descendente em resposta a esta. Outras estações **4** base estão aptas a determinar que a velocidade de transmissão de dados solicitada não é dirigida para as mesmas porque estas estações **4** base são atribuídas com códigos *Walsh* diferentes.

Na forma de realização exemplificativa, os códigos PN curtos de ligação ascendente para todas as estações **4** base no sistema de comunicação de dados são os mesmos e não há desfasamento nas sequências PN curtas para distinguir as estações **4** base diferentes. O sistema de comunicação de dados da presente invenção suporta transferência suave na ligação ascendente. A utilização dos mesmos códigos PN curtos sem desfasamento permite que múltiplas estações **4** base recebam a mesma transmissão de ligação ascendente proveniente da estação **6** móvel durante uma transferência suave. Os códigos PN curtos

proporcionam um espalhamento espectral mas não permitem a identificação de estações **4** base.

Na forma de realização exemplificativa, a mensagem DRC transporta a velocidade de transmissão de dados solicitada pela estação **6** móvel. Na forma de realização alternativa, a mensagem DRC transporta uma indicação da qualidade da ligação descendente (e. g., a informação da C/I enquanto medida pela estação **6** móvel). A estação **6** móvel pode receber, simultaneamente, os sinais piloto de ligação descendente provenientes de uma ou mais estações **4** base e efectua a medição da C/I em cada sinal piloto recebido. A estação **6** móvel, depois, selecciona a melhor estação **4** base com base num conjunto de parâmetros que podem compreender actuais e anteriores medições da C/I. A informação de controlo da velocidade é formatada na mensagem DRC que pode ser transportada para a estação **4** base numa de várias formas de realização.

Na primeira forma de realização, a estação **6** móvel transmite uma mensagem DRC com base na velocidade de transmissão de dados solicitada. A velocidade de transmissão de dados solicitada é a velocidade de transmissão de dados suportada mais alta que dá origem a um desempenho satisfatório na C/I medida pela estação **6** móvel. A partir da medição da C/I, a estação **6** móvel calcula, em primeiro lugar, a velocidade de transmissão de dados máxima que dá origem a um desempenho satisfatório. A velocidade de transmissão de dados máxima é, depois, quantificada para uma das velocidades de transmissão de dados suportada e designada como a velocidade de transmissão de dados solicitada. O índice de velocidade de transmissão de dados correspondente à velocidade de transmissão de dados solicitada é transmitido para a estação **4** base seleccionada. Um conjunto

exemplificativo de velocidades de transmissão de dados suportadas e os índices de velocidade de transmissão de dados correspondentes são mostrados na Tabela 1.

Num exemplo, em que a estação **6** móvel transmite uma indicação da qualidade da ligação descendente para a estação **4** base seleccionada, a estação **6** móvel transmite um índice da C/I que representa o valor quantificado da medição da C/I. A medição da C/I pode ser mapeada para uma tabela e associada com um índice da C/I. A utilização de mais bits para representar o índice da C/I permite uma quantificação mais fina da medição da C/I. Do mesmo modo, o mapeamento pode ser linear ou previamente distorcido. No que se refere a um mapeamento linear, cada incremento no índice da C/I representa um correspondente aumento na medição da C/I. Por exemplo, cada passo no índice da C/I pode representar um aumento de 2,0 dB na medição da C/I. No que se refere a um mapeamento previamente distorcido, cada incremento no índice da C/I pode representar um aumento diferente na medição da C/I. Como exemplo, pode utilizar-se um mapeamento previamente distorcido para quantificar a medição da C/I de modo a coincidir com a curva de função de distribuição cumulativa (CDF) da distribuição da C/I, como mostrado na FIG. 10.

Outras formas de realização para transportar a informação de controlo de velocidade desde a estação **6** móvel para a estação **4** base podem ser consideradas e estão abrangidas pelo âmbito da presente invenção. Para além disso, a utilização de um número diferente de bits para representar a informação de controlo de velocidade também está abrangida pelo âmbito da presente invenção. Ao longo de uma grande parte da descrição, a presente invenção é descrita no contexto de um exemplo, a utilização de uma mensagem DRC para transportar a velocidade de

transmissão de dados solicitada, por uma questão de simplicidade.

Na forma de realização exemplificativa, a medição da C/I pode ser efectuada no sinal piloto de ligação descendente de um modo idêntico ao utilizado no sistema CDMA. Um método e equipamento para efectuar a medição da C/I são divulgados no Pedido de Patente U.S. com o N° de Série 08/722763, intitulado "*METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING LINK QUALITY IN A SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEM*", apresentado em 27 de Setembro de 1996 e publicado em 02 de Abril 1998 com o número de publicação WO 9813951 A2, atribuído ao titular da presente invenção. Em resumo, a medição da C/I no sinal piloto pode ser obtida ao efectuar a inversão do espalhamento do sinal recebido com os códigos PN curtos. A medição da C/I no sinal piloto pode conter imprecisões se o estado do canal se alterar entre o instante da medição da C/I e o instante da efectiva transmissão de dados. Na presente invenção, a utilização do bit FAC permite que as estações **6** móveis tenham em consideração a actividade da ligação descendente quando se determina a velocidade de transmissão de dados solicitada.

Na forma de realização alternativa, a medição da C/I pode ser efectuada no canal de tráfego de ligação descendente. O sinal do canal de tráfego é, em primeiro lugar, submetido a uma inversão do espalhamento com o código PN longo e os códigos PN curtos e descoberto com o código *Walsh*. A medição da C/I nos sinais, nos canais de dados, pode ser mais precisa porque uma maior percentagem da potência transmitida é atribuída a transmissão de dados. Outros métodos para medir a C/I do sinal de ligação descendente recebido pela estação **6** móvel também

podem ser considerados e estão abrangidos pelo âmbito da presente invenção.

Na forma de realização exemplificativa, a mensagem DRC é transmitida na primeira metade do intervalo de tempo (ver FIG. 7A). No que se refere a um intervalo de tempo exemplificativo de 1,667 ms, a mensagem DRC compreende os primeiros 1024 *chips* ou 0,83 ms do intervalo de tempo. Os restantes 1024 *chips* de tempo são utilizados pela estação **4** base para desmodular e decodificar a mensagem. A transmissão da mensagem DRC na parte inicial do intervalo de tempo permite que a estação **4** base decodifique a mensagem DRC no mesmo intervalo de tempo e, possivelmente, transmita dados com a velocidade de transmissão de dados solicitada no intervalo de tempo imediatamente a seguir. O pequeno atraso de processamento permite que o sistema de comunicações da presente invenção se adopte, rapidamente, a alterações no ambiente operacional.

Na forma de realização alternativa, a velocidade de transmissão de dados solicitada é transportada para a estação **4** base utilizando uma referência absoluta e uma referência relativa. Nesta forma de realização, a referência absoluta compreendendo a velocidade de transmissão de dados solicitada é transmitida periodicamente. A referência absoluta permite que a estação **4** base determine a velocidade de transmissão de dados exacta solicitada pela estação **6** móvel. Para cada intervalo de tempo entre transmissões das referências absolutas, a estação **6** móvel transmite uma referência relativa para a estação **4** base que indica se a velocidade de transmissão de dados solicitada para o intervalo de tempo a chegar é mais alta, mais baixa, ou a mesma que a velocidade de transmissão de dados solicitada para o intervalo de tempo anterior. A estação **6** móvel transmite,

periodicamente, uma referência absoluta. A transmissão periódica do índice de velocidade de transmissão de dados permite que a velocidade de transmissão de dados solicitada seja colocada num estado conhecido e assegura que recepções erróneas de referências relativas não se acumulam. A utilização de referências absolutas e referências relativas pode reduzir a velocidade de transmissão das mensagens DRC para a estação **6** base. Outros protocolos para transmitir a velocidade de transmissão de dados solicitada também podem ser considerados e estão abrangidos pelo âmbito da presente invenção.

XVI. Canal de Acesso de Ligação Ascendente

O canal de acesso é utilizado pela estação **6** móvel para transmitir mensagens para a estação **4** base durante a fase de registo. Na forma de realização exemplificativa, o canal de acesso é implementado utilizando uma estrutura dividida em intervalos, sendo cada intervalo acedido aleatoriamente pela estação **6** móvel. Na forma de realização exemplificativa, o canal de acesso é multiplexado no tempo com o canal DRC.

Na forma de realização exemplificativa, o canal de acesso transmite mensagens nas cápsulas do canal de acesso. Na forma de realização exemplificativa, o formato de trama do canal de acesso é idêntico ao especificado pela norma IS-95, excepto a temporização ser em tramas de 26,67 ms em vez das tramas de 20 ms especificadas pela norma IS-95. O diagrama de uma cápsula de canal de acesso exemplificativa é mostrado na FIG. 7B. Na forma de realização exemplificativa, cada cápsula **712** de canal de acesso compreende o preâmbulo **722**, uma ou mais cápsulas **724** de mensagem e bits **726** de preenchimento. Cada cápsula **724** de

mensagem compreende um campo **732** de comprimento de mensagem (MSG LEN), corpo **734** de mensagem e bits **734** de paridade CRC.

XVII. Canal NACK de Ligação Ascendente

Na presente invenção, a estação **6** móvel transmite as mensagens NACK no canal de dados. A mensagem NACK é gerada para cada pacote recebido com erro pela estação **6** móvel. Na forma de realização exemplificativa, as mensagens NACK podem ser transmitidas utilizando o formato de dados de sinalização *Blank and Burst* conforme divulgado na Patente U.S. Nº 5504773 supracitada.

Embora a presente invenção tenha sido descrita no contexto de um protocolo NACK, a utilização de um protocolo ACK pode ser considerada e está abrangida pelo âmbito da presente invenção.

A descrição anterior das formas de realização preferidas é proporcionada para permitir a qualquer especialista na técnica a utilização ou realização da presente invenção. As várias modificações destas formas de realização serão facilmente evidentes para os especialistas na técnica e os princípios genéricos definidos no presente documento podem ser aplicados a outras formas de realização sem a utilização do conceito inventivo.

Lisboa, 5 de Fevereiro de 2015

REIVINDICAÇÕES

1. Método utilizado num sistema de comunicação sem fios, compreendendo:

a medição da qualidade de uma ligação descendente no sistema de comunicação sem fios por uma estação (6) móvel com base num sinal piloto de ligação descendente; a transmissão pela estação (6) móvel de uma mensagem de solicitação de dados transportando uma indicação da qualidade da ligação descendente para uma estação (4) base; e

a recepção, na estação (6) móvel, de dados transmitidos pela estação (4) base com uma velocidade de transmissão de dados através da ligação descendente, em que a velocidade de transmissão de dados é determinada pela estação base com base na indicação.

2. Método, da reivindicação 1, em que a referida medição da qualidade da ligação descendente compreende a medição da Portadora-versus-Interferência, C/I, da ligação descendente.
3. Método da reivindicação 1, em que a referida medição da qualidade da ligação descendente compreende a medição periódica da qualidade de um canal piloto de ligação descendente.
4. Método da reivindicação 3, em que o canal piloto de ligação descendente é um canal piloto comum partilhado por

múltiplas estações (6) móveis.

5. Método da reivindicação 1, em que a velocidade de transmissão de dados está associada com um formato de modulação de QPSK, Modulação por Deslocamento de Fase em Quadratura.
6. Método da reivindicação 1, em que a velocidade de transmissão de dados está associada com um formato de modulação de 16-QAM, Modulação de Amplitude em Quadratura de 16 símbolos.
7. Estação (6) móvel num sistema de comunicação sem fios, compreendendo:

meios para a medição da qualidade de uma ligação descendente no sistema de comunicação sem fios com base num sinal (6) piloto de ligação descendente;

meios para a transmissão de uma mensagem de solicitação de dados transportando uma indicação da qualidade da ligação descendente para uma estação (4) base; e

meios para a recepção de dados transmitidos pela estação (4) base com uma velocidade de transmissão de dados através da ligação descendente, em que a velocidade de transmissão de dados é determinada pela estação base com base na indicação.

8. Estação móvel da reivindicação 7, em que os referidos meios para a medição da qualidade da ligação descendente compreendem meios para medir a Portadora-versus-

Interferência, C/I, da ligação descendente.

9. Estação móvel da reivindicação 7, em que os referidos meios para a medição da qualidade da ligação descendente compreendem meios para medir periodicamente a qualidade de um canal piloto de ligação descendente.
10. Estação móvel da reivindicação 7, em que o canal piloto de ligação descendente é um canal de piloto comum partilhado por múltiplas estações (6) móveis.
11. Estação móvel da reivindicação 7, em que a velocidade de transmissão de dados está associada com um formato de modulação de QPSK, Modulação por Deslocamento de Fase em Quadratura.
12. Estação móvel da reivindicação 7, em que a velocidade de transmissão de dados está associada com um formato de modulação de 16-QAM, Modulação de Amplitude em Quadratura de 16 símbolos.
13. Programa de computador adaptado para executar os passos de um método de qualquer das reivindicações 1 a 6, quando o programa é executado num computador.
14. Método utilizado num sistema de comunicação sem fios, compreendendo:

a recepção, numa estação (4) base, proveniente de uma estação (6) móvel, de uma mensagem de solicitação de dados transportando uma indicação de uma qualidade de ligação descendente determinada com base num sinal

piloto numa ligação descendente pela estação (6) móvel;
a determinação, pela estação base, de uma velocidade de
transmissão de dados com base na indicação; e

a transmissão, desde a estação (4) base, de dados com a
velocidade de transmissão de dados através da ligação
descendente para a estação (6) móvel.

15. Estação (4) base num sistema de comunicação sem fios,
compreendendo:

meios para a recepção, proveniente de uma estação (6)
móvel, de uma mensagem de solicitação de dados
transportando uma indicação de uma qualidade de ligação
descendente determinada com base num sinal piloto numa
ligação descendente pela estação (6) móvel;

meios para a determinação de uma velocidade de
transmissão de dados com base na indicação; e

meios para a transmissão de dados com a velocidade de
transmissão de dados através da ligação descendente
para a estação (6) móvel.

16. Programa de computador adaptado para executar os passos do
método de acordo com a reivindicação 14, quando o programa
é executado num computador.

Lisboa, 5 de Fevereiro de 2015

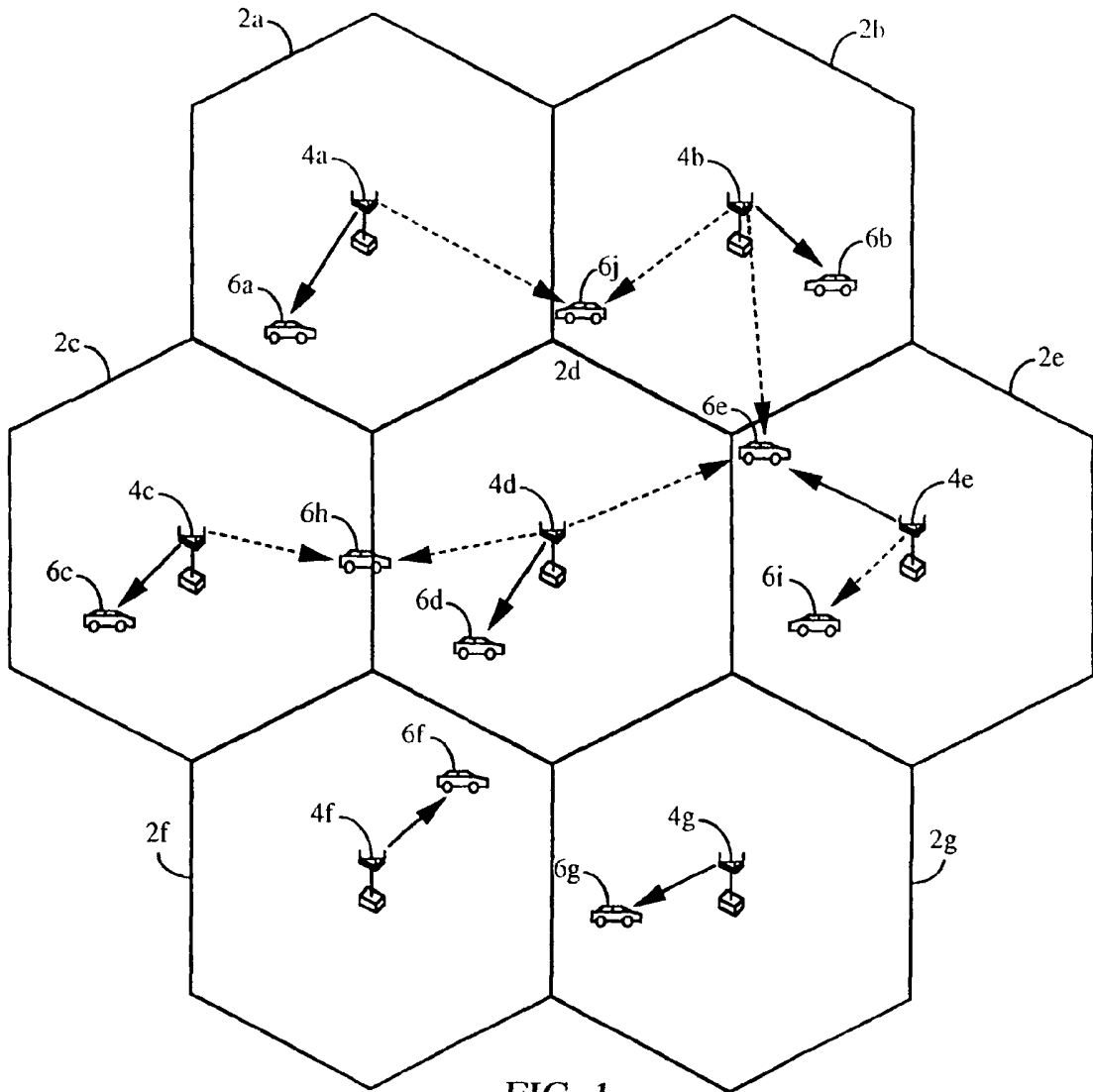


FIG. 1

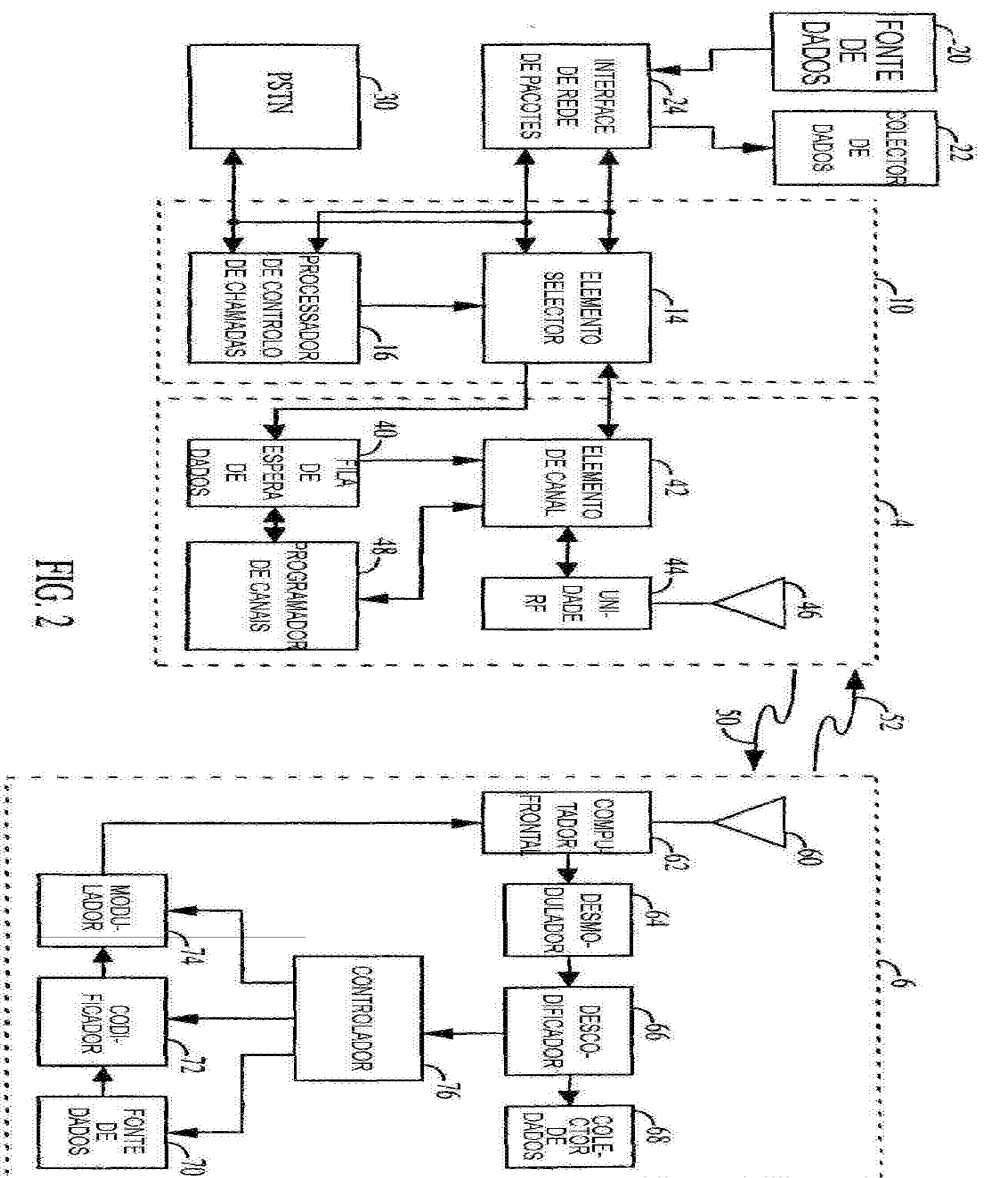


FIG. 2

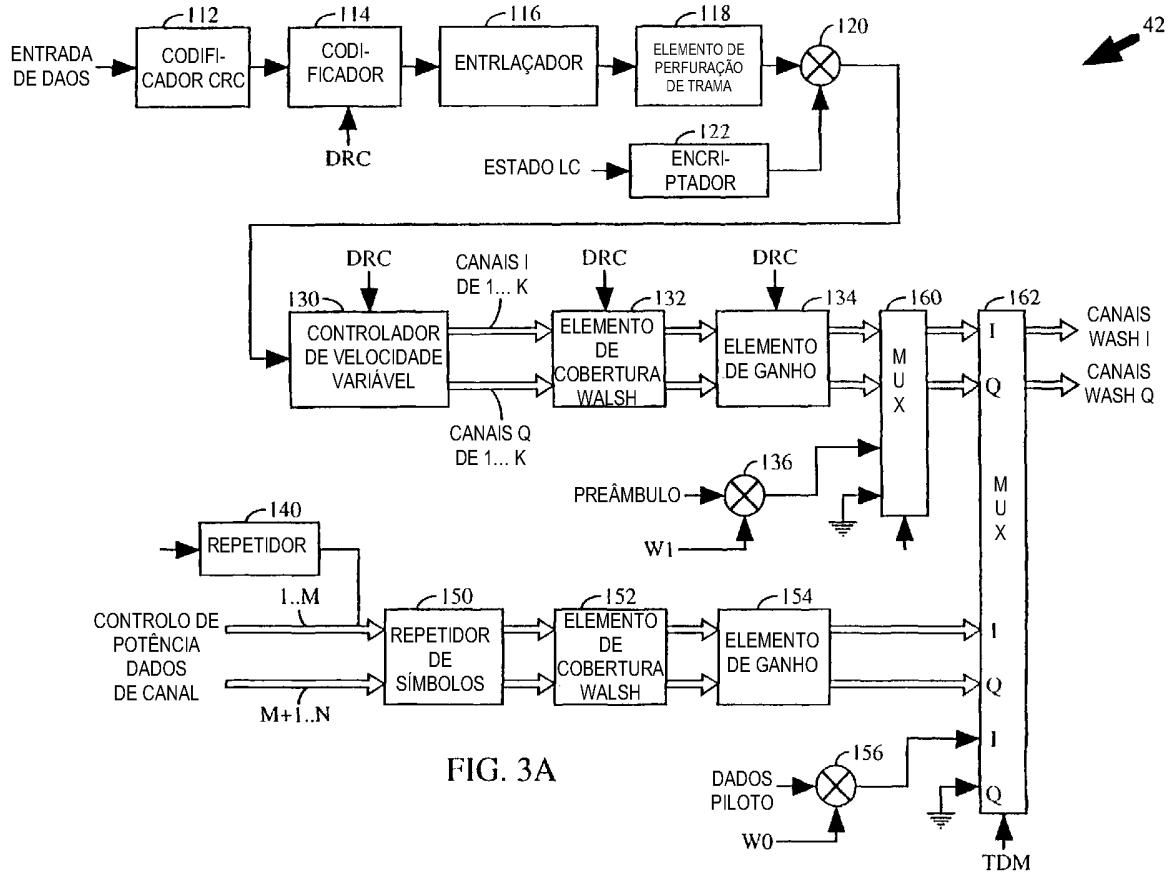


FIG. 3A

I=TRAMA INACTIVA
 T=TRAMA DE TRÁFEGO
 C=TRAMA DE CANAL DE CONTROLO

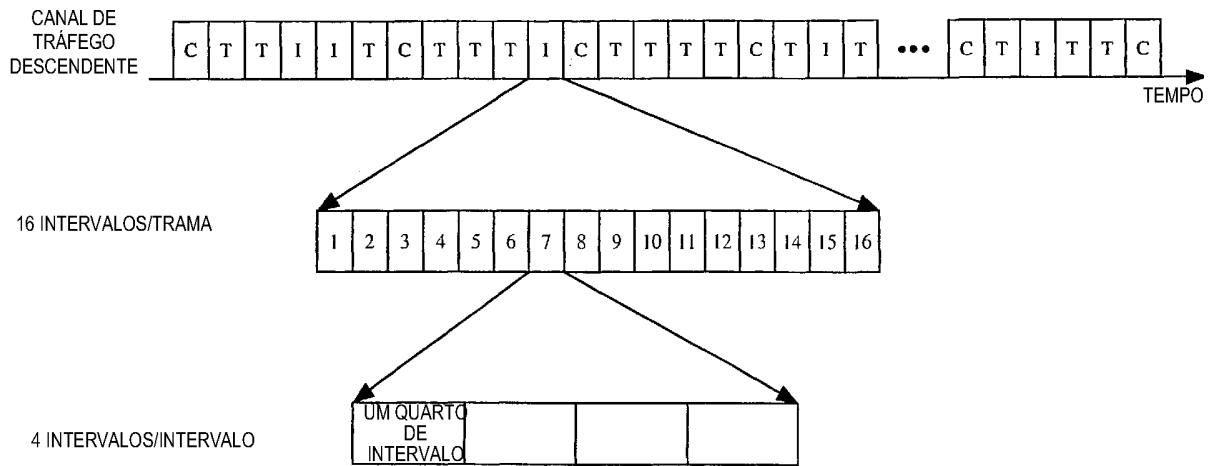


FIG. 4A

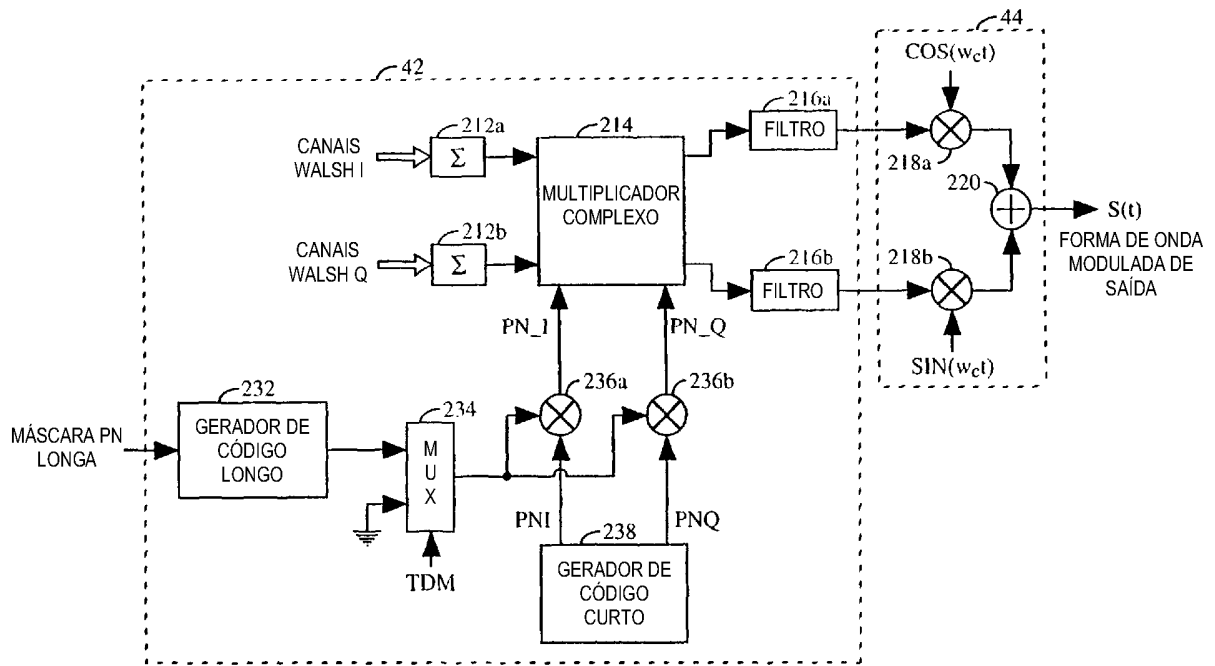


FIG. 3B

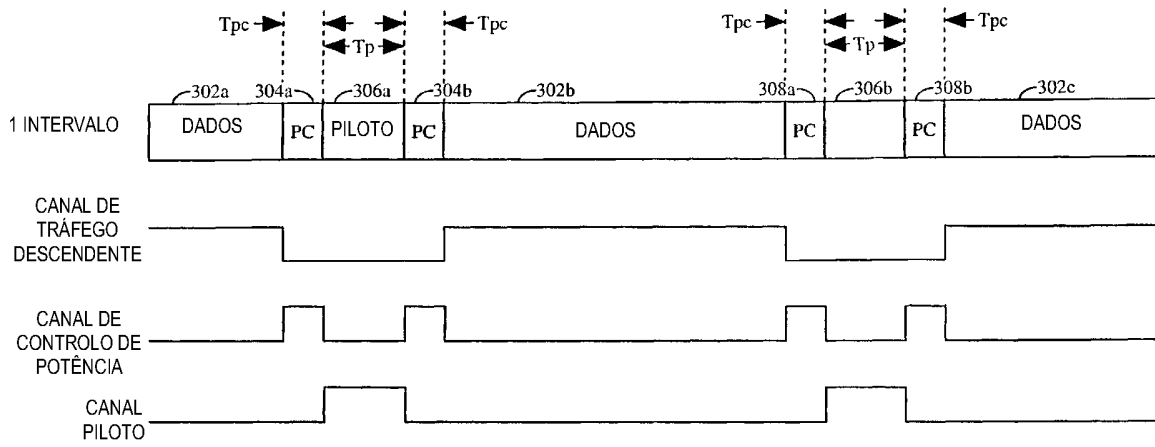


FIG. 4B

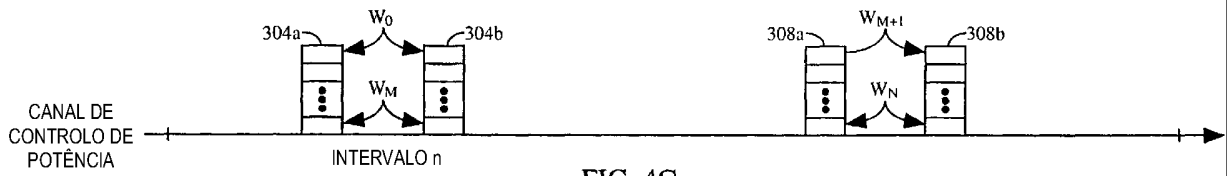


FIG. 4C

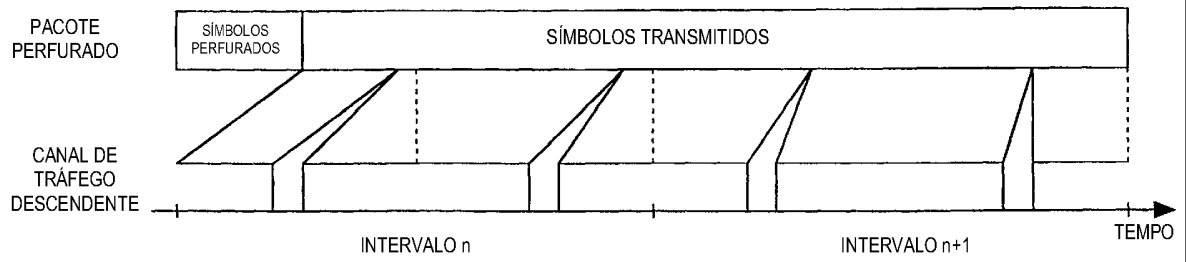


FIG. 4D

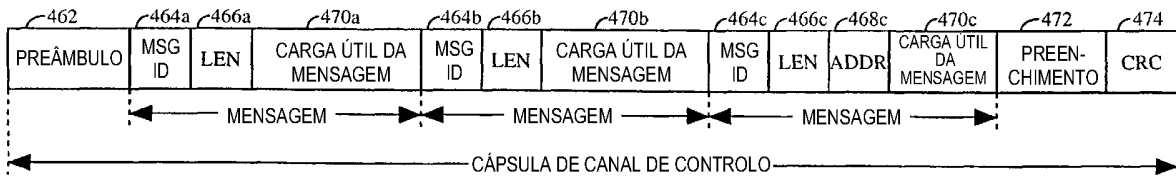
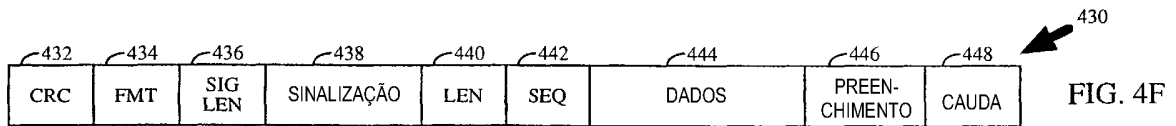
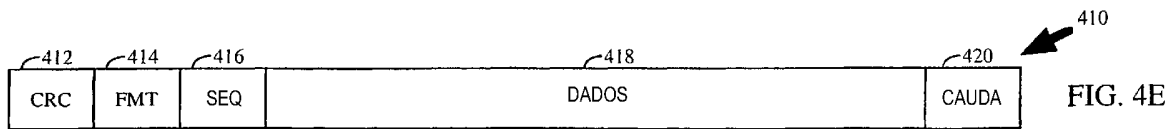


FIG. 4G

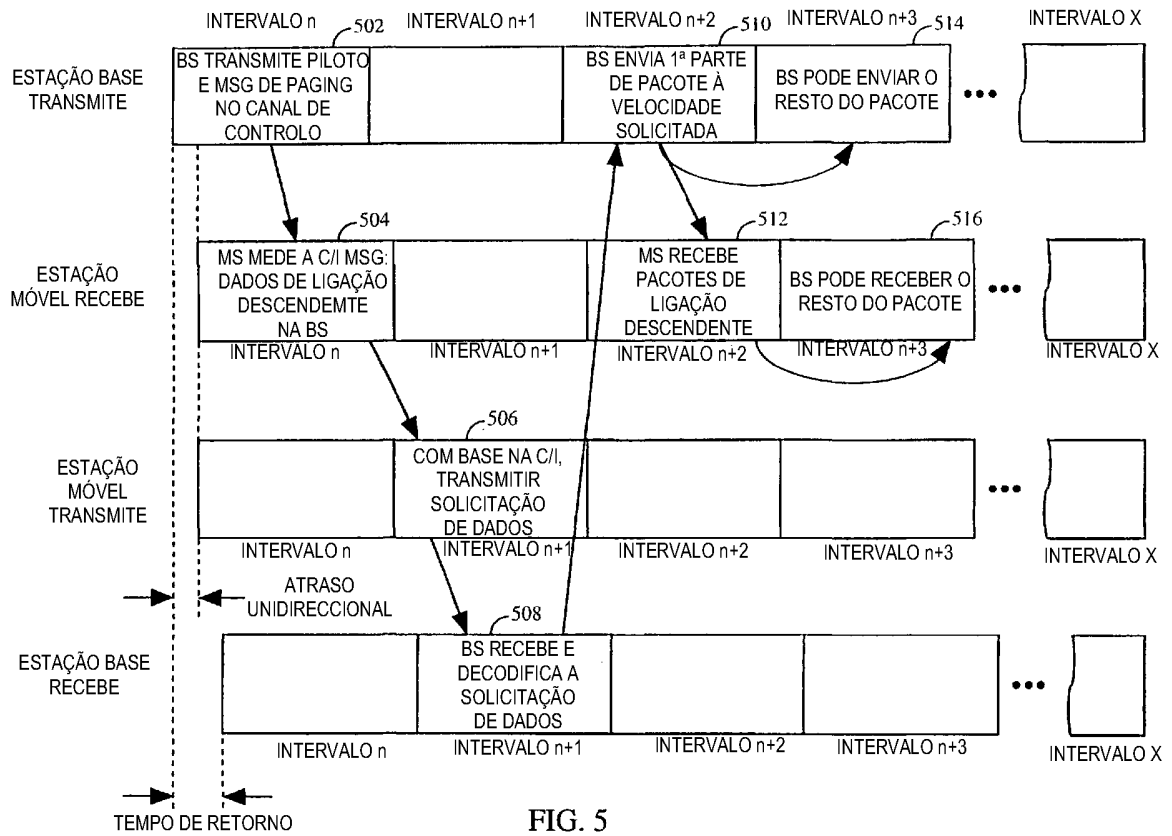


FIG. 5

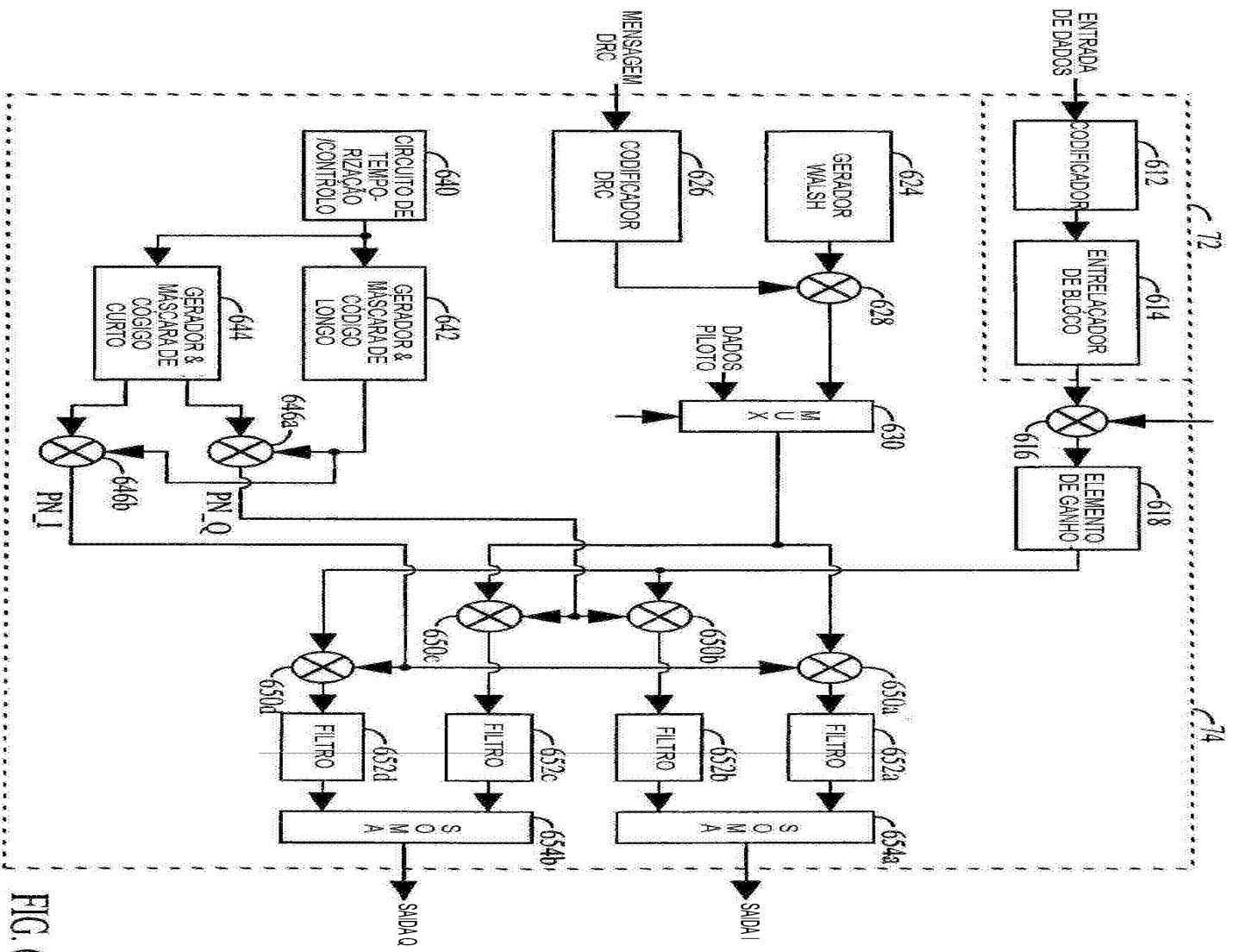


FIG. 6

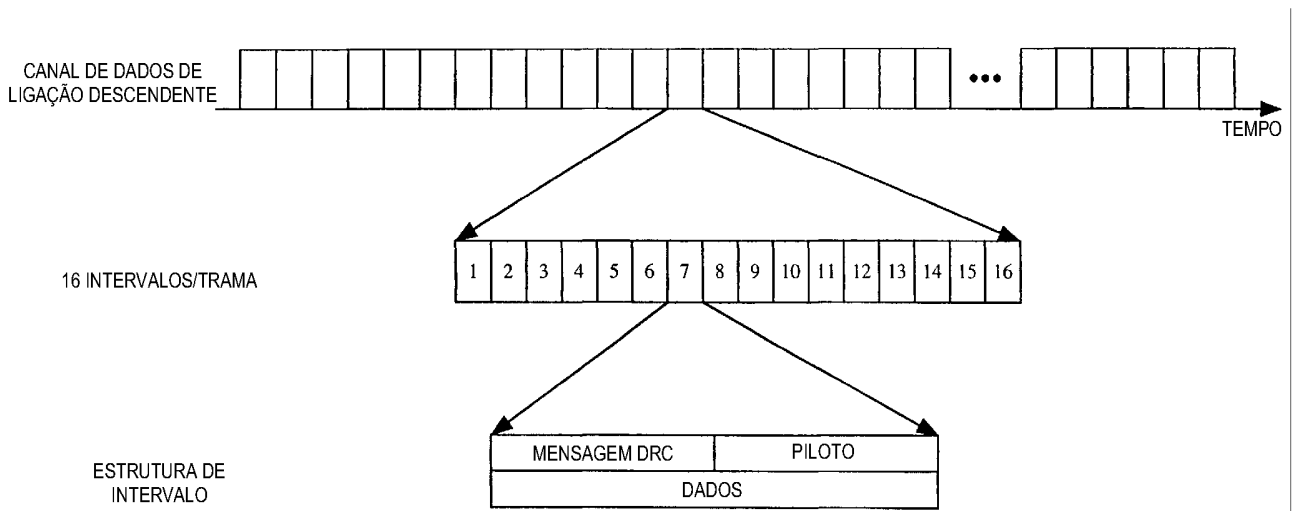


FIG. 7A

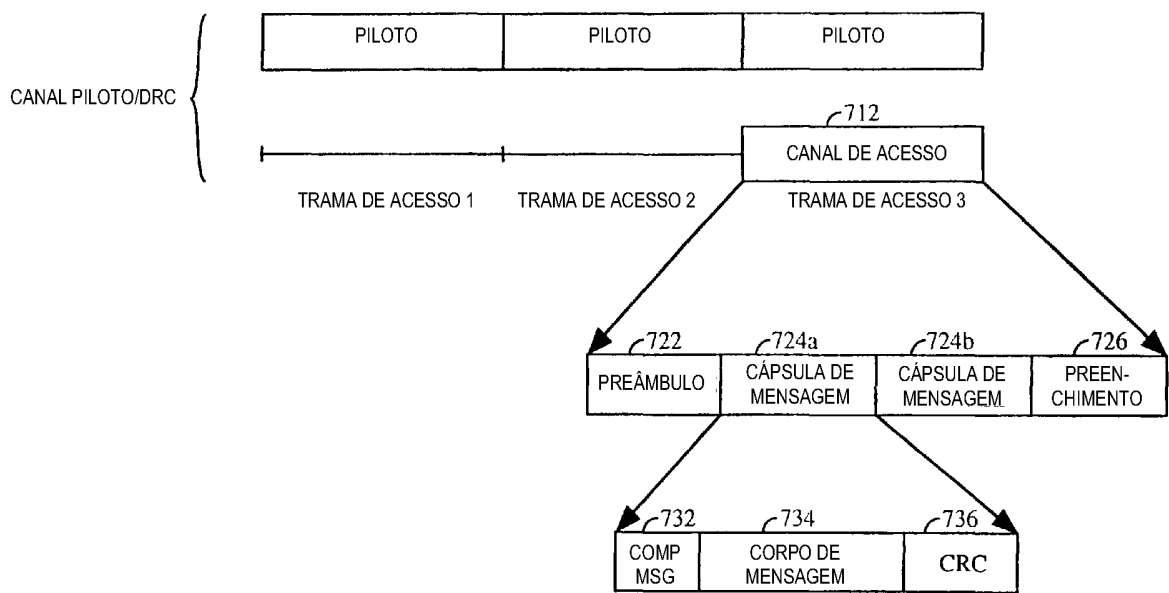


FIG. 7B

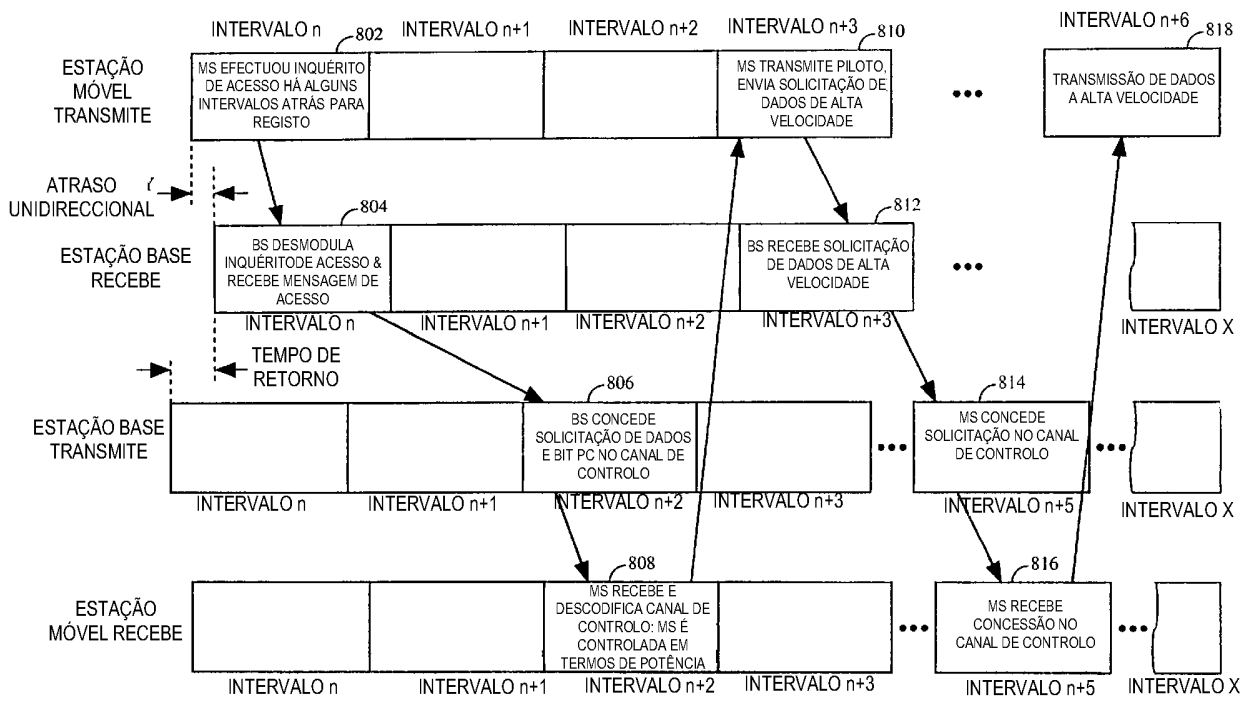


FIG. 8

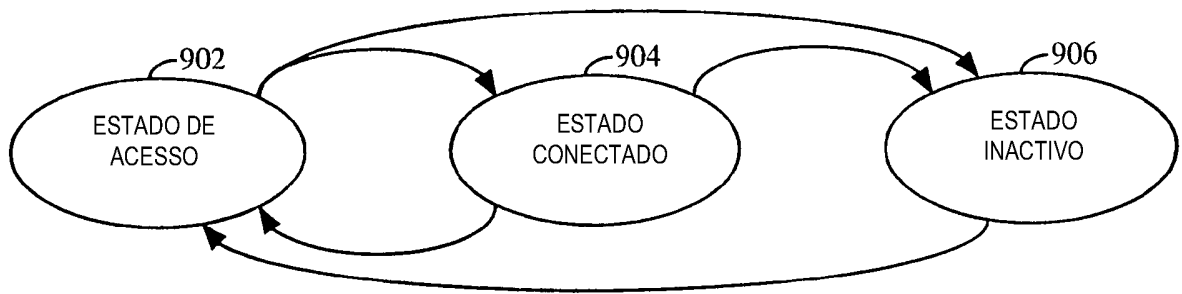


FIG. 9

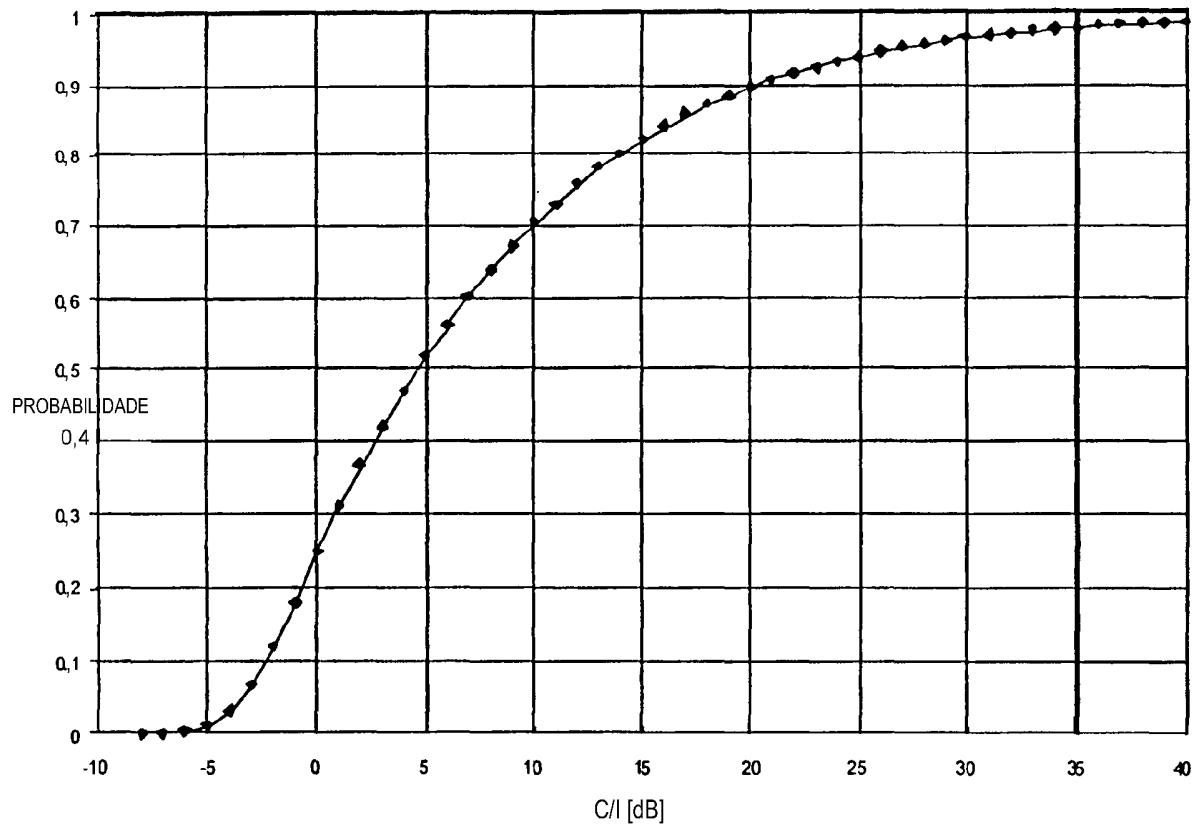


FIG. 10