



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

(11) PI 0407568-4 B1

(22) Data do Depósito: 17/02/2004

(45) Data de Concessão: 12/06/2018



(54) Título: MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA CONTROLAR TAXA DE DADOS DE UM LINK REVERSO EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO

(51) Int.Cl.: H04W 28/22; H04W 72/04

(30) Prioridade Unionista: 09/05/2003 US 60/469,376, 18/02/2003 US 60/448,269, 28/07/2003 US 10/628,955

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED

(72) Inventor(es): SANJIV NANDA; ALEKSANDAR DAMNJANOVIC

**"MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA CONTROLAR TAXA DE DADOS DE UM
LINK REVERSO EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO"**

Campo

[001] A presente invenção refere-se de maneira geral ao campo das comunicações e, mais especificamente, ao controle da taxa de dados de um link reverso de uma estação móvel em um sistema de comunicação.

Fundamentos

[002] Em um sistema de comunicação sem fio, transmissões desnecessárias e excessivas por um usuário podem causar interferência para outros usuários, além de reduzir a capacidade do sistema. A transmissão desnecessária e excessiva pode ser causada pela seleção ineficaz da taxa de dados de um link reverso no sistema de comunicação. Os dados comunicados entre dois usuários finais podem passar através de várias camadas de protocolo para assegurar o fluxo apropriado de dados através do sistema. Normalmente, uma estação móvel recebe blocos de dados de uma aplicação para transmissão em um link reverso. O bloco de dados é dividido em numerosos quadros e transmitido através do link de comunicação. A entrega apropriada de dados sob pelo menos um aspecto é assegurada através de um sistema de verificação de erros em cada quadro de dados e de solicitação de uma retransmissão do mesmo quadro de dados caso um erro ou taxa de erro inaceitável seja detectado no quadro de dados. Os blocos de dados podem ser de qualquer tipo, como, por exemplo, dados musicais, dados de vídeo, etc. Os blocos de dados podem ter tamanhos diferentes e diferentes requerimentos de entrega. Tais requerimentos de entrega de dados são frequentemente associadas a uma qualidade de serviço. A qualidade de serviço pode ser medida pela taxa de dados de comunicação, pela taxa de perda de pacotes que pode ser aceitável para o

serviço, pela consistência no retardo de tempo da entrega de dados e pelo retardo máximo aceitável para a comunicação dos dados. Muito frequentemente, caso a taxa de dados selecionada para transmissão não seja adequada, a perda de pacotes requerida e os parâmetros de retardo de comunicação podem não ser obtidos.

[003] Em uma comunicação de link direto, a estação base tem, com muita frequência, informações adequadas sobre a qualidade do link direto com um número de estações móveis. Sendo assim, a estação base é capaz de gerenciar de maneira centralizada as taxas de dados de comunicação de link direto. Entretanto, no link reverso, uma estação móvel não tem informações sobre as transmissões de outras estações móveis. Portanto, a estação móvel pode fazer uma solicitação para obter permissão de transmitir a uma taxa de dados. A estação base, após considerar as solicitações de cada estação móvel, aceita ou rejeita a taxa de dados solicitada. Caso a taxa de dados solicitada seja rejeitada, a estação móvel pode solicitar uma taxa de dados mais baixa até que a estação base aceite a taxa de dados solicitada. A estação móvel pode ter permissão para transmitir abaixo de uma taxa de dados sem passar pelo processo de solicitação e aceitação. Tal taxa de dados é normalmente uma taxa de dados muito baixa. Antes da transmissão no link reverso, é necessário que a estação móvel tenha completado sua comunicação para a solicitação da taxa de dados. Tais comunicações de overhead entre as estações móveis e as estações base podem atingir um nível inaceitável e ter um impacto sobre a qualidade de serviço desejada.

[004] Portanto, há necessidade de prover um sistema, um método e um equipamento para seleção de uma taxa de dados de link reverso em um sistema de comunicação.

Breve Descrição Dos Desenhos

[005] Os aspectos, objetos e vantagens da presente invenção se tornarão mais evidentes com a descrição detalhada apresentada a seguir quando considerada em conjunto com os desenhos, nos quais as mesmas referências identificam os mesmos elementos por toda parte e em que:

[006] A figura 1 descreve um sistema de comunicação para transmitir e receber dados de acordo com diversos aspectos da invenção;

[007] A figura 2 descreve um sistema receptor para receber dados de acordo com diversos aspectos da invenção;

[008] A figura 3 descreve um sistema transmissor para transmitir dados de acordo com diversos aspectos da invenção;

[009] A figura 4 descreve um fluxo de mensagens e processos para determinar uma taxa de dados para comunicação de link reverso;

[0010] Figura 5 descreve um fluxo gráfico de mensagens e processos que representa a alocação de recursos em resposta a uma solicitação de taxa de dados;

[0011] Figura 6 é uma esquemático que ilustra graficamente as computações da taxa de dados requerida e de congestionamento.

<u>Descrição</u>	<u>Detalhada</u>	<u>Da(s)</u>	<u>Modalidade(s)</u>
<u>Preferida(s)</u>			

[0012] Uma ou mais modalidades exemplares descritas aqui são apresentadas no contexto de um sistema de comunicação de dados sem fio digital. Embora a utilização dentro deste contexto seja vantajosa, diferentes modalidades da invenção podem ser incorporadas a diferentes ambientes ou configurações. Em geral, os diversos sistemas

descritos aqui podem ser formados utilizando-se processadores controlados por software, circuitos integrados ou lógica discreta. Os dados, instruções, comandos, informações, sinais, símbolos e chips que podem ser referidos ao longo de todo o pedido são vantajosamente representados por tensões, correntes, ondas eletromagnéticas, campos ou partículas magnéticas, campos ou partículas ópticas ou uma combinação deles. Além disto, os blocos mostrados em cada diagrama de blocos podem representar etapas de método ou hardware.

[0013] Mais especificamente, diversas modalidades da invenção podem ser incorporadas a um sistema de comunicação sem fio que opera de acordo com a técnica de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), que foi revelada e descrita em diversos padrões publicados pela Associação das Indústrias de Telecomunicação (TIA) e outras organizações de padrões. Tais padrões incluem o padrão TIA/EIA-95, o padrão TIA/EIA-IS-2000, o padrão IMT-2000, o padrão UMTS e WCDMA, todos incorporados aqui a título de referência. Um sistema para comunicação de dados é também detalhado na "Especificação de Interface Aérea de Dados de Pacote de Alta Taxa cdma2000 TIA/EIA/IS-856", incorporada aqui a título de referência. Uma cópia dos padrões pode ser obtida acessando-se a Rede de Alcance Mundial no endereço <http://www.3gpp2.org> ou escrevendo-se para Standards and Technology Department, 2500 Wilson Boulevard, Arlington, VA 22201, Estados Unidos de América. O padrão geralmente identificado como padrão UMTS, incorporado aqui a título de referência, pode ser obtido entrando-se em contato com 3GPP Support Office, 650 Route des Lucioles-Sophia Antipolis, Valbonne-França.

[0014] A figura 1 ilustra um diagrama de blocos geral de um sistema de comunicação 100 capaz de

operar de acordo com qualquer um dos padrões de sistema de comunicação de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), incorporando ao mesmo tempo diversas modalidades da invenção. O sistema de comunicação 100 pode ser para comunicações de voz, dados ou ambos. Geralmente, o sistema de comunicação 100 inclui uma estação base 101, que provê links de comunicação entre um número de estações móveis, como as estações móveis 102-104, e entre as estações móveis 102-104 e uma rede de telefonia pública comutada e de dados 105. As estações móveis da figura 1 podem ser referidas como terminais de acesso (AT) a dados e a estação base como rede de acesso (AN) a dados sem que se abandonem o escopo principal e diversas vantagens da invenção. A estação base 101 pode incluir numerosos componentes, tais como um controlador de estação base e um sistema transceptor base. Para maior simplicidade, tais componentes não são mostrados. A estação base 101 pode estar em comunicação com outras estações base, como, por exemplo, a estação base 160. Um centro de comutação móvel (não mostrado) pode controlar diversos aspectos do sistema de comunicação 100 e com relação ao canal de transporte de retorno 199 entre a rede 105 e as estações base 101 e 160.

[0015] A estação base 101 comunica-se com cada estação móvel que esteja em sua área de cobertura por meio de um sinal de link direto transmitido da estação base 101. Os sinais de link direto direcionados para as estações móveis 102-104 podem ser somados de modo a se formar um sinal de link direto 106. O link direto pode transportar um número de canais de link direto diferentes. Cada uma das estações móveis 102-104 que recebem o sinal de link direto 106 decodifica o sinal de link direto 106 de modo a extrair as informações que são direcionadas para seu usuário. A estação base 160 pode comunicar-se também com as estações

móveis que estejam em sua área de cobertura por meio de um sinal de link direto transmitido a partir da estação base 160. As estações móveis 102-104 podem comunicar-se com as estações base 101 e 160 por meio de links reversos correspondentes. Cada link reverso é mantido por um sinal de link reverso, como os sinais de link reverso 107-109 para as estações móveis 102-104, respectivamente. Os sinais de link reverso 107-109, embora possam ser direcionados para uma estação base, podem ser recebidos em outras estações base.

[0016] As estações base 101 e 160 podem estar comunicando-se simultaneamente com uma estação móvel comum. Por exemplo, a estação móvel 102 pode estar em grande proximidade com relação às estações base 101 e 160, que podem manter comunicações tanto com a estação base 101 quanto com a estação base 160. No link direto, a estação base 101 transmite no sinal de link direto 106, e a estação base 160 no sinal de link direto 161. No link reverso, a estação móvel 102 transmite no sinal de link reverso 107, a ser recebido tanto pela estação base 101 quanto pela estação base 160. Para transmitir um pacote de dados à estação móvel 102, uma das estações base 101 e 160 pode ser selecionada para transmitir o pacote de dados à estação móvel 102. No link reverso, ambas as estações base 101 e 106 podem tentar decodificar a transmissão de dados de tráfego da estação móvel 102. A taxa de dados e o nível de potência dos links reverso e direto podem ser mantidos de acordo com a condição de canal entre a estação base e a estação móvel, conforme delineado por diversos aspectos da invenção.

[0017] A figura 2 ilustra um diagrama de blocos de um receptor 200 utilizado para processar e demodular o sinal CDMA recebido enquanto opera de acordo com diversos aspectos da invenção. O receptor 200 pode ser

utilizado para decodificar as informações nos sinais de links reverso e direto. O receptor 200 pode ser utilizado para decodificar informações no canal fundamental, no canal de controle e em canais suplementares. As amostras recebidas (Rx) podem ser armazenadas na RAM 204. As amostras de recepção são geradas por um sistema de radiofrequência/frequência intermediária (RF/IF) 290 e por um sistema de antena 292. O sistema de RF/IF 290 e o sistema de antena 292 podem incluir um ou mais componentes para recepção de múltiplos sinais e processamento de RF/IF dos sinais recebidos, de modo a se tirar vantagem do ganho de diversidade de recepção. Os múltiplos sinais recebidos propagados através de diferentes percursos de propagação podem ser de uma fonte comum. O sistema de antena 292 recebe os sinais de RF e passa os sinais de RF para o sistema de RF/IF 290. O sistema de RF/IF 290 pode ser qualquer receptor RF/IF convencional. Os sinais de RF recebidos são filtrados, convertidos de forma descendente e digitalizados de modo a se formarem amostras RX em frequências de banda base. As amostras são fornecidas a um multiplexador (mux) 252. A saída do mux 252 é fornecida a uma unidade buscadora 206 e a elementos de ramo 208. Um sistema de controle 210 é acoplado a eles. Um combinador 212 acopla um decodificador 214 aos elementos de ramo 208. O sistema de controle 210 pode ser um microprocessador controlado por software e pode ser localizado no mesmo circuito integrado ou em um circuito integrado separado. A função de decodificação no decodificador 214 pode estar de acordo com um decodificador turbo ou quaisquer outros algoritmos de decodificação adequados. O sinal transmitido de uma fonte pode ser codificado com várias camadas de códigos. O decodificador 214 pode desempenhar a função de decodificação de acordo com dois ou mais códigos. Por

exemplo, os dados transmitidos podem ser codificados em duas camadas diferentes, uma camada externa e uma camada física. A camada física pode estar de acordo com o código Turbo, e a camada externa pode estar de acordo com o código de Reed Solomon. Sendo assim, o decodificador 214 decodifica as amostras recebidas de acordo com tais códigos.

[0018] Durante a operação, as amostras recebidas são fornecidas ao mux 252. O mux 252 fornece as amostras à unidade buscadora 206 e aos elementos de ramo 208. A unidade de controle 210 configura os elementos de ramo 208 de modo a efetuar demodulação e o desespalhamento do sinal recebido a diferentes deslocamentos de tempo com base nos resultados de busca da unidade buscadora 206. Os resultados da demodulação são combinados e passados para o decodificador 214. O decodificador 214 decodifica os dados e emite aos dados decodificados. O desespalhamento dos canais é feito multiplicando-se as amostras recebidas com o conjugado complexo da sequência PN e da função Walsh atribuída a uma única hipótese de temporização e filtrando-se digitalmente as amostras resultantes, frequentemente com um circuito de acumulador integrado e de descarga (não mostrado). Tal técnica é comumente conhecida na técnica. O receptor 200 pode ser utilizado na parte de receptor das estações base 101 e 160 para processamento dos sinais de link reverso recebidos das estações móveis e na parte de receptor de qualquer uma das estações móveis para processamento dos sinais de link direto recebidos.

[0019] O decodificador 214 pode acumular a energia combinada para detecção de um símbolo de dados. Cada pacote de dados pode transportar um campo de verificação de redundância cíclica (CRC). O decodificador 214 pode, em conexão com o sistema de controle 210 e/ou

outros sistemas de controle, verificar por erros no pacote de dados recebido. Se os dados de CRC não forem aprovados, o pacote de dados recebidos foi recebido com erros. O sistema de controle 210 e/ou outros sistemas de controle podem enviar uma mensagem de confirmação de recebimento negativa ao transmissor para retransmissão do pacote de dados.

[0020] A figura 3 ilustra um diagrama de blocos de um transmissor 300 para transmissão dos sinais de link reverso e link direto. Os dados de canal para transmissão são emitidos em um modulador 301 para modulação. A modulação pode ser de acordo com qualquer uma das técnicas de modulação comumente conhecidas, tais como QAM, PSK ou BPSK. Antes da modulação, os dados de canal para transmissão podem passar através de uma ou mais camadas de codificação. Os dados de canal para transmissão são produzidos para o modulador 301. Os dados de canal para transmissão são recebidos pelo modulador 301.

[0021] A taxa de dados de modulação pode ser selecionada por um seletor de taxa de dados e nível de potência. A seleção de taxa de dados pode ser baseada em informações de realimentação recebidas do destino. A taxa de dados é, com muita frequência, baseada na condição de canal, entre outros fatores considerados e de acordo com diversos aspectos da invenção. A condição de canal pode alterar-se de vez em quando. A seleção de taxa de dados pode também alterar-se de vez em quando.

[0022] O seletor de taxa de dados e nível de potência 303 seleciona, por conseguinte, a taxa de dados no modulador 301. A saída do modulador 301 passa por uma operação de espelhamento de sinal e é amplificada em um bloco 302 para transmissão de uma antena 304. O seletor de taxa de dados e nível de potência 303 também seleciona o

nível de potência para o nível de amplificação do sinal transmitido. A combinação da taxa de dados e do nível de potência selecionados permite a decodificação apropriada dos dados transmitidos no destino de recepção. Um sinal piloto é também gerado no bloco 307. O sinal piloto é amplificado até um nível apropriado no bloco 307. O nível de potência do sinal piloto pode estar de acordo com a condição de canal no destino de recepção. O sinal piloto pode ser combinado com o sinal de canal no combinador 308. O sinal combinado pode ser amplificado no amplificador 309 e transmitido da antena 304. A antena 304 pode ser em qualquer número de combinações, inclusive arranjos de antenas e configurações de múltiplas entradas múltiplas saídas.

[0023] No sistema CDMA 2000, permite-se que a estação móvel (MS) tenha vários serviços de comunicação simultâneos. Cada um dos serviços de comunicação pode ter requerimentos de qualidade de serviço (QoS) diferentes. Para uma opção de serviço, os pacotes de dados podem ser comunicados com os parâmetros de QoS especificamente definidos, tais como a taxa de dados específica ou a faixa de taxas de dados, a taxa de perda de pacote e o retardo máximo permitido para a comunicação de pacotes de dados ou o número de pacotes de dados. Durante a fase de negociação de serviço de um link de comunicação, a MS e a estação base (BS) concordam quanto a um conjunto de parâmetros de QoS. Os parâmetros de QoS podem ser definidos para duração de um serviço de comunicação definido. Pode-se então requerer da BS que satisfaça tal QoS negociada, como a taxa de dados, a perda de pacotes e o retardo máximo com alta probabilidade.

[0024] De acordo com diversos aspectos da invenção, um método e um equipamento proporcionam a implementação de uma QoS no link reverso, no caso de as informações atualizadas referentes ao comprimento da fila e

aos prazos finais de retardo de pacote estarem disponíveis na MS, enquanto o gerenciador de recursos que aloca a QoS negociada está na BS. A MS solicita a taxa requerida da BS em lugar de relatar suas informações de comprimento da fila (backlog). A MS computa a taxa de dados e a duração requerida antes de solicitar a taxa de dados da BS. A solicitação da taxa de dados pode ser sob a forma de solicitação de uma ou mais relações de potência de canal de tráfego de link direto/piloto (T/P). O conjunto de taxas de dados disponíveis pode ter relações T/P correspondentes. Uma tabela pode prover a correspondência entre a T/P e a taxa de dados. O controle de taxa de dados autônomo pela MS pode ser também baseado em uma realimentação de congestionamento da BS. A BS pode ser responsável pela alocação da taxa para as MSs e pelo gerenciamento de congestionamento e pela estabilidade do link reverso. A BS é também responsável pelo controle de admissão. A alocação de recursos em resposta a uma solicitação de taxa de dados pode ser descrita no fluxo gráfico de mensagens e processos da Figura 5.

[0025] O recurso real gerenciado pela BS é a relação canal de tráfego/potência piloto (T/P). O mapeamento da taxa de dados na T/P do canal é o ponto de operação que é escolhido com base no número de retransmissões permitidas e na utilização de ARQ híbrido. O BS pode atribuir um mapeamento diferente como uma função do requerimento de retardo (retransmissões permitidas) para cada serviço. Tal otimização é útil para serviços com transições curtas e requerimentos de retardo muito baixos (jogos interativos, por exemplo). Para a maioria dos serviços, a melhor escolha é que a BS escolha o mapeamento que maximize a capacidade de transmissão de link reverso.

Os números (1-8) no lado esquerdo representam uma ordem possível de eventos ou processos que podem ocorrer.

1. A BS gerencia o controle de admissão e só admite o serviço (ou fluxos) de comunicação com requerimentos de QoS aceitáveis e alcançáveis. Uma vez admitido um serviço ou fluxo de comunicação de pacotes de dados, a MS está ciente dos parâmetros de QoS negociados, tais como taxa de dados, taxa de perda de pacote e retardo máximo aceitáveis associados ao fluxo. Note-se que, devido às variações e mobilidade do canal, estas garantias de QoS são necessariamente probabilísticas.
2. A MS implementa uma política (upstream) que descarta pacotes de dados não compatíveis na entrada. Assim, a MS aceita todos os pacotes que, pela implementação da política, satisfaçam, supostamente, a QoS negociada para os fluxos admitidos. Os pacotes que requerem uma QoS que ultrapasse a QoS negociada definida, por exemplo, pela taxa de dados de comunicação, são descartados na MS antes do estágio de formação de fila de saída. A MS pode também implementar um mecanismo de malha externa para ajustar os parâmetros de política com base nas condições de operação. A BS pode “verificar” que a MS está realmente em conformidade com sua taxa negociada.
3. Os pacotes conformes admitidos na MS são colocados na fila de saída. Um prazo final é associado a cada pacote com base no tempo de chegada dos pacotes e no retardo permitido máximo para esse serviço (ou fluxo). De

preferência, a MS pode dispor a fila de saída de modo que os pacotes sejam armazenados na ordem de seus prazos finais, o mais antigo prazo final primeiro. A MS deve gerenciar seu programa de transmissão de modo a assegurar que os pacotes sejam transmitidos antes de seu prazo final.

4.A MS determina a taxa de dados requerida com base nos prazos finais associados aos pacotes na fila de saída. O procedimento é descrito mais completamente a seguir. Uma vez que é requerido que a taxa de dados determinada pela MS satisfaça a QoS negociada, a taxa de dados solicitada não é apenas uma indicação de "prioridade". A MS também computa uma ou mais taxas de dados de congestionamento determinando os pacotes em sua fila que podem ser eliminados de modo a ajudar a BS a fazer uma alocação inferior à taxa requerida, se a taxa requerida não puder ser alocada, devido a congestionamento, controle de sobrecarga ou qualquer outra razão, pela estação base. As taxas de congestionamento são determinadas pela MS com base na taxa requerida e no número de pacotes que podem ser eliminados na fila. Geralmente, quando um pacote é eliminado da fila, a taxa de dados necessária para transmitir o número restante de pacotes diminui. A BS traduz as taxas requeridas e de congestionamento para as T/Ps requeridas e de congestionamento ou, alternativamente, a MS pode computar diretamente uma TP requerida e de congestionamento.

5. A MS comunica a T/P requerida e de congestionamento ou o incremento ou decrémento de T/P e o comunica à BS. A BS deve tentar atender às solicitações de aumentos de T/P sujeitas aos recursos disponíveis, uma vez que estes recursos são requeridos pela MS para satisfazer seus critérios de QoS. Várias solicitações de aumento de T/P consecutivas da MS indicam aumento de prioridade, que, se não satisfeito, resultaria na não satisfação de alguns critérios de QoS.

6. O programador da BS empilha estas solicitações de T/P em termos de recursos de link reverso (isto é, elevação sobre termal) e tempo. A BS também reserva determinados recursos para retardo lento conhecido, fluxos de largura de banda constante, como, por exemplo, chamadas de voz. A BS pode tentar otimizar tal empilhamento, como, por exemplo, retardando determinadas alocações de T/P ou provendo alocação de T/P mais elevada por duração mais curta. Caso a BS retarde uma alocação para a MS, solicitações subseqüentes da MS podem solicitar uma T/P ainda mais elevada para satisfazer a QoS para pacotes sensíveis a retardo, uma vez que quanto mais longo o retardo na transmissão de um pacote de dados, mais elevada a taxa de dados requerida para transmissão de modo a satisfazer a mesma QoS. Assim, a BS limita a flexibilidade na programação. Caso haja um excesso de largura de banda disponível, a BS pode optar por ignorar solicitações de diminuições de T/P ou fornecer T/P mais elevada que a solicitada.

7. A BS faz a alocação de T/P para a MS. A alocação pode ser indicada à MS como um incremento (ou decremento) na alocação de taxa de dados atual.
8. Com base na alocação de T/P, a MS programa pacotes para transmissão. A MS serve pacotes com base na primeira disciplina de programação de prazo final mais antigo e pode estar sujeita a uma modificação. Por exemplo, antes de iniciar a transmissão de qualquer pacote, a MS determina se a transmissão do pacote de dados ocorre dentro de seu prazo final. Esta determinação é uma função da T/P alocada e do prazo final e considerar o potencial para um aumento na alocação no futuro. A MS elimina qualquer pacote com probabilidade de não cumprir com seu prazo final de transmissão. Um pacote que não seja transmitido com sucesso antes da expiração de seu prazo final é contado como perdido. A MS rastreia a taxa de perda de pacote associada ao fluxo.

[0026] Em tal framework, os processos das etapas de tempo 2, 3 e 8, respectivamente, permitem que a MS gerencie a QoS (garantias de taxa, retardo máximo e perda de pacote) associada a seus fluxos. Os processos das etapas de tempo 4 e 5 permitem que a MS una suas necessidades para todos os seus fluxos em um requerimento de T/P. O processo de controle de admissão da BS na etapa de tempo 1 assegura que a BS teria recursos suficientes na etapa de tempo 6 para satisfazer os requerimentos de todos os fluxos de QoS negociados admitidos de todas as MSs. A MS determina a taxa de dados necessária para satisfazer a QoS. A MS une as filas para múltiplos serviços (QoS

negociada) em um requerimento de taxa. Além do mais, geralmente, em lugar de determinar a taxa requerida e traduzi-la na T/P requerida, a MS pode trabalhar diretamente com a T/P requerida. Isto é mais geral, uma vez que acomoda facilmente a transmissão de pacotes de diferentes serviços com diferentes mapeamentos da T/P em taxa.

[0027] Suponhamos que, no tempo t_0 , as filas da MS consistam nos pacotes P_i , $\{i=1, \dots, N\}$ de tamanho s_i , dispostos na ordem de seus prazos finais d_i . Cada pacote P_i é associado a um serviço de dados $k(i)$. Para o serviço de dados k , a taxa de dados conhecida para mapear a T/P é definida como: $R_k(T/P)$. Em seguida, ao valor de T/P alocado T_0 , podem ser definidas e determinadas as equações seguintes. À taxa $R_{k(i)}(T_0)$, o tempo de transmissão do pacote P_i através do ar, x_i é

$$x_i = s_i / R_{k(i)}(T_0), \quad (1)$$

[0028] Uma vez que os pacotes foram dispostos na ordem de seus prazos finais, o pacote P_i completará sua transmissão em

$$z_i = t_0 + \sum s_j / R_{k(j)}(T_0), \text{ onde a soma é superior a } [1, \dots, i]. \quad (2)$$

[0029] Ou seja, os pacotes $P_1, \dots, P_{i-1}$, com prazos finais anteriores a d_i , são transmitidos antes de P_i . Assim, o processo pode determinar se qualquer pacote na fila de saída da MS perderia seu prazo final, isto é

$$z_i > d_i, \text{ para } 1 \leq i \leq N \quad (3)$$

[0030] Se a MS determinar que qualquer pacote em sua fila perderia seu prazo final à taxa atual, então ela pode requerer uma taxa mais elevada para satisfazer sua QoS. Observação: tal computação de taxa de dados utiliza as

informações de prazo final associadas a cada pacote na fila da MS. A BS é incapaz de fazer tal determinação de taxa de dados com base apenas no backlog e na classe de QoS.

[0031] Pode haver várias maneiras de prover as informações de T/P requeridas à BS. Dependendo do projeto do canal de solicitação e da frequência de transmissão das informações de solicitação da MS para a BS, pode ser também útil computar a duração requerida na MS e prover uma indicação à BS. A equação 2 acima também permite que a MS determine a duração requerida. Basicamente, à relação T/P alocada T_0 , o último pacote na fila da MS completaria sua transmissão no tempo Z_N . Portanto, com base na fila de pacotes e na taxa alocada atuais, a duração requerida é Z_N . A equação 2 pode ser atualizada com muito pouca carga de computação. Por exemplo, se, no tempo subsequente t_1 , ao término da transmissão do pacote P_1 , a T/P alocada tiver mudado para T_1 , os instantes de término do pacote atualizado são escritos como:

$$z_i(t_1) = t_1 + \sum s_j / R_{k(j)}(T_1), \text{ onde a soma é superior a } [2, \dots, i]. \quad (4)$$

[0032] Estes tempos de término podem ser computados a partir dos tempos de término de pacote anteriores por meio da equação:

$$z_i(t_1) - t_1 = z_i(t_0) - t_0 - s_1 / R_{k(1)}(T_0) + \sum s_j [1 / R_{k(j)}(T_1) - 1 / R_{k(j)}(T_0)] \quad (5)$$

[0033] Em seguida, suponha-se que um novo pacote P_{novo} de tamanho s_{novo} , serviço $k(\text{novo})$ e prazo final d_{novo} chegue no tempo t_2 . Em geral, o prazo final para o novo pacote está entre os (ordenados) prazos finais para os pacotes k e $k+1$, isto é, para alguns $k < N$, $d_k \leq d_{\text{novo}} <$

d_{k+1} . Então, para $i \leq k$, $z_i(t_2)$ é inalterado. Caso o valor de T/P T_1 seja inalterado,

$$z_i(t_2) = z_i(t_1) + s_{\text{nov}}/R_{k(\text{nov})}(T_1) \text{ para } i > k \quad (6)$$

Assim, a MS é capaz de computar e manter atualizadas sua T/P requerida, sua duração requerida, assim como o programa de transmissão de pacotes em sua fila.

[0034] Para ajudar a BS a fazer alocações de taxa durante os períodos de congestionamento, a MS computa também taxas de congestionamento determinando os pacotes que podem ser eliminados em sua fila. A MS pode utilizar muitos critérios de modo priorizar quais os pacotes podem ser eliminados:

- Pacotes de serviços que são tolerantes com pacotes eliminados,
- Pacotes de serviços cuja taxa de perda de pacotes atual é menor que a taxa de perda de pacotes negociada,
- Pacotes com probabilidade de perder seu prazo final de retardo caso a T/P não seja alocada.

[0035] Com base na prioridade de eliminação, a MS determina os pacotes que podem ser potencialmente eliminados ao mesmo tempo em que satisfaz uma QoS aceitável a diversos níveis de congestionamento. A MS em seguida aplica as equações de (1) a (3) à fila virtual formada pela remoção destes pacotes da fila da MS, de modo a computar os valores de T/P de congestionamento. Note-se que, por toda parte, os dados de pacote e os blocos de dados podem ser intercambiáveis.

[0036] Se o mapeamento em Taxa para T/P for fixo, é mais conveniente e equivalente trabalhar com a taxa de dados. Uma esquemática que mostra graficamente as

computações da taxa de dados requerida e de congestionamento é mostrada na Figura 6. Os tamanhos e prazos finais dos pacotes são também mostrados graficamente. O tamanho de cada pacote (em bits) é mostrado como uma barra vertical colocada em seu prazo final em um eixo geométrico de quadro de tempo. O tamanho da barra vertical representa o tamanho do pacote. Qualquer linha com inclinação positiva articulada na origem corresponde a uma taxa (em bits/segundo). A origem é o tempo atual ou o tempo inicial de alocação. A taxa requerida é a menor inclinação que satisfaz todos os prazos finais, isto é, a menor inclinação, de modo que todos os pacotes no gráfico estão abaixo da linha. Além disto, no caso de a MS computar a taxa de congestionamento supondo que o primeiro pacote na fila pode ser eliminado (nível de congestionamento 1) e a taxa de congestionamento associada à eliminação do maior pacote na fila (nível de congestionamento 2).

[0037] No tempo t_0 , as filas da MS consistem em pacotes P_i , $\{i=1, \dots, N\}$ de tamanho s_i , dispostos na ordem de seus prazos finais d_i . Então, à taxa alocada R_0 podemos escrever as equações seguintes. À taxa R_0 , o tempo de transmissão do pacote P_i através do ar, x_i , é

$$x_i = s_i/R_0 \quad (7)$$

[0038] Uma vez que os pacotes foram dispostos na ordem de seus prazos finais, o pacote P_i completará sua transmissão a

$$z_i = t_0 + \sum_{j=1}^i s_j/R_0, \text{ onde a soma é superior a } [1, \dots, i] \quad (8)$$

[0039] Ou seja, os pacotes $P_1, \dots, P_{i-1}$, com os prazos finais anteriores a d_i , são transmitidos antes de

P_i . Assim, o processo pode determinar se qualquer pacote na fila de saída da MS perderia seu prazo final, isto é

$$z_i > d_i, \text{ para } 1 \leq i \leq N \quad (9)$$

[0040] Se a MS determinar que qualquer pacote em sua fila perdesse seu prazo final, então ela requer uma taxa mais elevada para satisfazer sua QoS. Tal computação de taxa de dados utiliza as informações de prazo final associadas a cada pacote na fila da MS. A BS é incapaz de fazer esta determinação com base apenas no backlog e na classe de QoS.

[0041] Há várias maneiras de prover as informações de taxa requerida à BS. Dependendo do projeto do canal de solicitação e da frequência de transmissão das informações de solicitação da MS para a BS, pode ser também útil computar a duração requerida na MS e fornecer uma indicação à BS. A (equação 2) acima também permite que a MS determine a duração requerida. Basicamente, à taxa alocada R_0 , o último pacote na fila da MS completaria sua transmissão no tempo z_N . Portanto, com base na fila de pacotes e na taxa alocada atuais, a duração requerida é z_N . A equação (2) pode ser atualizada com muito pouca carga de computação. Por exemplo, se, no tempo subsequente t_1 ao término da transmissão do pacote P_1 , a taxa alocada tiver se alterado para R_1 , os instantes de término do pacote atualizado são escritos assim:

$$z_i(t_1) = t_1 + \sum s_j / R_1, \text{ onde a soma é superior a } [2, \dots, i]. \quad (10)$$

[0042] Estes tempos de término podem ser computados a partir dos tempos de término de pacote anteriores por meio da equação:

$$z_i(t_1) - t_1 = [(z_i(t_0) - t_0)R_0 - s_1] / R_1 \quad (11)$$

[0043] Em seguida, suponha que um novo pacote $P_{\text{nov}}o$ de tamanho $s_{\text{nov}}o$ e prazo final $d_{\text{nov}}o$ chegue no tempo t_2 . Em geral, o prazo final para o novo pacote pode estar entre os prazos finais (ordenados) para os pacotes k e $k+1$, isto é, para alguns $k < N$, $d_k \leq d_{\text{nov}}o < d_{k+1}$. Então, para $i \leq k$, $z_i(t_2)$ é inalterado. Se a taxa R_1 for inalterada,

$$z_i(t_2) = z_i(t_1) + s_{\text{nov}}o/R_1 \text{ para } i > k \quad (12)$$

[0044] Assim, a MS é capaz de computar e manter atualizadas sua taxa requerida, sua duração requerida, assim como o programa de transmissão de pacotes em sua fila.

[0045] Conforme mostrado acima, pelo exame dos prazos finais de retardo de todos os pacotes no buffer da MS, a MS é capaz de determinar a taxa ou T/P requerida. Alternativamente, se a MS examinar apenas o primeiro pacote em seu buffer, isto é, o pacote com o prazo final de retardo mais curto, e aplicar os cálculos de T/P (ou taxa) descritos acima, o resultado é equivalente à realimentação de prazo final de retardo para a BS. Neste caso, o valor da T/P (ou taxa) calculada representa o prazo final mais curto e, de maneira equivalente, a prioridade mais elevada. Um exemplo de codificação de dois bits de prazos finais de retardo para o canal de link reverso é mostrado em parágrafos posteriores e pode ser utilizado.

[0046] As solicitações de link reverso podem ser enviadas à BS ou por meio de mensagens ou utilizando-se um canal de controle de taxa contínuo de taxa baixa. Podem ser considerados e utilizados os esquemas seguintes:

- A utilização de uma mensagem de link reverso para prover informações de comprimento de fila ou de backlog à BS. Para suporte de

QoS, um campo de QoS pode ser acrescentado a esta mensagem de solicitação.

- Um canal de solicitação de T/P ou taxa contínuo onde a MS insere periodicamente um bit indicando uma solicitação de taxa mais elevada. Isto não provê à BS qualquer indicação de QoS.

[0047] Os recursos gerenciados pela BS incluem a relação canal de tráfego/potência piloto (T/P). Geralmente, uma relação T/P mais elevada mapeia para uma taxa de dados mais elevada. O sistema pode permitir mais de um esquema de mapeamento entre a relação T/P e a taxa de dados correspondente. Em geral, a MS escolhe sempre a taxa de dados para mapeamento em T/P que maximize a capacidade de transmissão de link reverso. Para alguns serviços (jogos interativos, por exemplo) com transações curtas e requerimentos de retardo muito baixos, pode ser necessário operar com um número menor de retransmissões e uma T/P mais elevada. Assim, se o pacote de dados na cabeça da fila na MS tiver um prazo final muito curto (menos que 40 ms, por exemplo), a MS pode escolher um mapeamento de taxa em T/P especial adequado para serviços de baixo retardo. É possível operar o esquema ou utilizando uma taxa e mapeando-a em T/P, ou computando diretamente a T/P requerida.

[0048] De modo a permitir que o gerenciador de recursos da BS priorize a alocação em períodos de congestionamento, além da T/P requerida, a MS indica também um ou mais valores de T/P de congestionamento para a BS. A BS tenta alocar equitativamente a T/P requerida para todas as MSs. Se os recursos requeridos excedam os recursos disponíveis, a BS muda a T/P requerida para uma MS de uma vez (em alguma ordem determinada pela BS) com uma T/P menor associada ao nível de congestionamento 1 até que a alocação

total para todas as estações móveis se enquadre dentro dos recursos disponíveis. Caso necessário, a BS pode mover-se para a T/P associada ao nível de congestionamento 2, etc. A indicação da T/P ou taxa de dados requerida e T/P ou taxas de congestionamento pode ser comunicada por meio de mensagens de controle curtas, troca de mensagens contínua ou uma combinação delas.

[0049] Na mensagem de solicitação para a BS, a T/P requerida e sua duração podem ser providas com base nas computações na MS. Tal mensagem de solicitação pode não incluir a realimentação de backlog e QoS para a BS. A BS não é capaz de computar a T/P requerida e sua duração com base no backlog e classe de QoS. Para gerenciar o QoS (taxa, perda de pacotes, retardo máximo), mensagens periódicas que solicitam a T/P e sua duração são preferíveis à realimentação periódica de backlog e classe de QoS. Em resposta, a BS faz uma alocação de T/P e duração para a MS através de uma mensagem de concessão. A MS continua a atualizar sua computação de taxa (local) e duração. Uma solicitação atualizada é acionada sempre que houver uma alteração significativa na T/P requerida ou a duração requerida de exceder a duração alocada em uma quantidade significativa. Uma concessão com uma alocação de T/P zero pode indicar o término de uma concessão à MS.

[0050] Uma vez que a T/P é concedida à MS, para reduzir o overhead de troca de mensagens de solicitação, pode ser utilizado um canal de solicitação de link reverso contínuo de largura de banda baixa. A MS mantém uma variável de Concessão Atual com base na concessão da BS. Alternativamente, é possível que a concessão seja implícita, isto é, deixa-se que qualquer MS estabeleça autonomamente sua variável de Concessão Atual em

um valor global (inicial) de Concessão Atual e elimine assim a necessidade de mensagens.

[0051] Com base nas computações de taxa requerida, a MS envia continuamente solicitações para aumentar, diminuir ou deixar inalterada sua Concessão Atual. Uma solicitação de aumento da T/P pode indicar também se o aumento é necessário para satisfazer a T/P a diversos níveis de congestionamento. Uma codificação de campo de Solicitação de Taxa Diferencial de 2 bits pode ser incluída na mensagem. A MS indica o nível de sua Concessão Atual com relação à taxa requerida e às taxas de congestionamento, por exemplo, se a Concessão Atual estiver entre a T/P requerida e a T/P de nível de congestionamento 1, então as solicitações da MS incluem o bit codificado "10". Alternativamente, pode ser incluído um campo de Solicitação de Taxa Diferencial de 2 bits que contenha apenas 1 nível de congestionamento e um novo nível que previna o underflow do buffer para tráfego sensível a retardos.

	Concessão Atual	Solicitação
	-----	11
T/P Requerida	_____	
	-----	10
T/P de Nível de Congestionamento 1	_____	
	-----	01
T/P de Nível de Congestionamento 2	_____	
	-----	00

A Solicitação de T/P indica o nível da Concessão Atual para a MS com relação à T/P Requerida e à T/P de Congestionamento.

Codificação do Campo de Solicitação de T/P Diferencial de 2 bits

	Concessão Atual	Solicitação
	-----	11
T/P pode ser reduzida	_____	

T/P Requerida	-----	10
T/P de Nível de Congestionamento	-----	01
	-----	00

A Solicitação de T/P indica o nível da Concessão Atual para a MS com relação à T/P Requerida, à T/P de Congestionamento e à T/P que pode criar underflow de buffer.

Codificação Alternativa do Campo de Solicitação de T/P
Diferencial de 2 bits

[0052] Opcionalmente, pode ser também definido um limite de concessão longa adiante D_0 . Caso a duração requerida computada pela MS exceda D_0 , então ela pode indicar uma solicitação de concessão longa. Isto é útil, uma vez que permite que a BS olhe em frente e assim gerencie melhor suas decisões de alocação e programação de recursos. Para o programador, as solicitações de taxa elevada são solicitações de "prioridade", enquanto que as solicitações de concessão longa indicam backlog.

[0053] Alternativamente, dois bits podem ser utilizados para representar o prazo final de retardo (ou nível de prioridade) do pacote na cabeça da fila. Por exemplo:

Nível de Prioridade	Prazo Final de Retardo do pacote na cabeça da fila
---------------------	--

3	inferior a X
2	superior a X, mas inferior a 3X
1	superior a 3X, mas inferior a 9X
0	superior a 9X (isto é, melhor esforço

X é um parâmetro de sistema cujo valor pode ser fixo para a BS ou pode ser fixo dependendo da mistura de serviços por MS.

[0054] A MS transmite no link reverso utilizando a Concessão Atual do valor de T/P. A BS

determina o valor da variável de Concessão Atual na MS da transmissão atual. A BS pode determinar este valor medindo a relação da potência de canal de tráfego/potência piloto na transmissão da MS, ou a partir da taxa utilizada pela MS para a transmissão e em seguida mapeando-a em T/P.

[0055] O gerenciador de recursos da BS utiliza a T/P atual utilizada pela MS, juntamente com as informações na solicitação de T/P para alocar a T/P de maneira equitativa entre as MSs. Por exemplo, dependendo do nível de congestionamento, ele pode satisfazer apenas os requerimentos de nível de congestionamento 1 para todas as MSs. A BS alocaria então aumentos de T/P para a MS cuja solicitação indique 00 ou 01, com prioridade mais elevada para as solicitações da MS que indiquem 00. A BS alocaria diminuições de T/P para a MS cuja solicitação indique 11 ou 10. A BS pode utilizar também critérios adicionais para gerenciar disputas entre as MSs.

[0056] A operação do gerenciador de recursos da BS pode ser explicada com o exemplo seguinte. Considerando o caso de três MSs:

MS 1: Ec_Piloto[1], Concessão Atual[1], Solicitação = 10

MS 2: Ec_Piloto[2], Concessão Atual[2], Solicitação = 01

MS 3: Ec_Piloto[3], Concessão Atual[3], Solicitação = 01

MS 4: Ec_Piloto[4], Concessão Atual[4], Solicitação = 11

MS 5: Ec_Piloto[5], Concessão Atual[5], Solicitação = 00

MS 6: Ec_Piloto[6], Concessão Atual[6], Solicitação = 10

[0057] Observando o exemplo acima, todas as MSs exceto a MS 4 requerem uma T/P mais elevada que a Concessão Atual para satisfazer a T/P requerida. À MS 4 pode ser atribuída uma diminuição em sua Concessão Atual. A alocação de aumento pode ou não ser oferecida a outras MSs, dependendo de computações adicionais. O gerenciador de

recursos da BS é capaz de computar a utilização dos recursos atuais a partir de Ec_Piloto e da Concessão Atual para cada MS, da maneira seguinte:

$$\text{Utilização de Recursos} = \sum Ec_Piloto[i] * [Concessão Atual[i] + 1] \quad (13)$$

[0058] A BS concede um incremento (ajuste para cima) ou um decremento (ajuste para baixo) com relação à Concessão Atual. O incremento ou decremento é um fator de multiplicação para a Concessão Atual cujo valor $Ajustar[i]$ é dado por $(1+a)$ ou $(1-a)$, respectivamente. Em seguida, seguindo-se a uma alocação, a utilização de recursos atualizados pode ser computada da maneira seguinte:

$$\text{Utilização de Recursos} = \sum Ec_Piloto[i] * [Ajustar[i] * Concessão Atual[i] + 1] \quad (14)$$

[0059] O algoritmo do gerenciador de recursos pode continuar através das etapas seguintes. Ele termina na etapa na qual é encontrado um conjunto de valores de ajuste $Ajustar[i]$ em que a utilização de recursos está abaixo do limite de utilização de recursos máximo T_{max} .

Etapla 1 Atribuir decremento à MS 4 e incremento a todas as demais MSs. $Ajustar[4]=1-a$, $Ajustar[i]=1+a$, para $i=1,2,3,5,6$. Esta alocação tenta mover todas as MSs de modo a satisfazer sua T/P requerida. Determinar a utilização de recursos atualizados. Caso a utilização de recursos atualizados esteja abaixo do limite máximo T_{max} , esta alocação é permitida e pode ser atribuída. Caso a utilização de recursos exceda T_{max} , então ir para Etapa 2.

Etapla 2 Não é possível mover todas as MSs na direção da T/P necessária. Por razões de equidade, o processo move todas as MS na direção da T/P de nível de congestionamento 1. Isto significa que, além da MS 4, às MSs 1 e 6 pode ser atribuído um ajuste para baixo. Ou seja,

Ajustar[i]=1-a, para i=1,4,6 e Ajustar[i]=1+a para i=2,3,5. Mais uma vez, determinar se a alocação de recursos atualizados é permitida ou não, isto é, se não excede a alocação permitida total. Caso não permitida, então ir para a Etapa 3.

Etapa 3 Não é possível mover todas as MSs na direção da T/P de nível de congestionamento 1. Por razões de equidade, o processo move todas as MS na direção da T/P de nível de congestionamento 2. Isto significa que a todas as MSs exceto a MS 5 pode ser atribuído um ajuste para baixo. Ou seja, Ajustar[i]=1-a, para i=1,2,3,4,6 e Ajustar[5]=1+a. Mais uma vez, determinar se a alocação de recursos atualizados é permitida ou não, isto é, se não ultrapassa a alocação permitida total. Se não permitida, então ir para a Etapa 4.

Etapa 4 O algoritmo de ajuste de T/P da BS é incapaz de determinar uma alocação satisfatória. Pode ser requerida uma mensagem explícita para terminar a transmissão de uma ou mais MSs. A BS escolhe a concessão a terminar com base em diversos critérios, que incluem: equidade e o tamanho da alocação atual para a MS.

[0060] Um canal de concessão de link direto contínuo de baixa largura de banda pode ser utilizado para indicar ajustes na Concessão Atual para a MS. A MS modifica sua variável de Concessão Atual com base nas concessões (e ajustes) reais que recebe da BS. Uma vez que as concessões são continuamente estendidas à MS, não é necessário indicar uma concessão longa para a MS. A solicitação de concessão longa (se utilizada) apenas permite que a BS olhe em frente e tome assim melhores decisões de programação.

[0061] A codificação no canal de concessão de link direto contínuo de baixa largura de banda pode ser da seguinte maneira:

+1 se a estação móvel for instruída a aumentar a T/P em uma quantidade configurada, a (pode depender também da T/P)

-1 se a estação móvel for instruída a diminuir a T/P em uma quantidade configurada, a (pode depender também da T/P)

0 se a estação móvel for instruída a manter a T/P inalterada.

[0062] Se a BS não decodificar o canal de solicitação contínuo de maneira confiável (por exemplo, o canal piloto reverso (R-PICH) é recebido com baixa potência e os símbolos do canal de solicitação contínuo são apagados), a BS estabelece o símbolo do canal de concessão direto em 0. Caso contrário, se o canal de solicitação contínuo for decodificado de maneira confiável, a BS estabelece o símbolo do canal de concessão direto de maneira apropriada.

[0063] Embora o gerenciador de recursos da BS determine o nível de congestionamento com base nas solicitações da MS, em lugar de requerer um canal de concessão contínuo por MS, com alguma perda de flexibilidade, é possível utilizar um canal de concessão comum contínuo que apenas indique o nível de congestionamento computado atual na BS (por exemplo, codificado como um dos três níveis mostrados acima). Com base em tal indicação, a MS pode ajustar de maneira autônoma sua taxa de dados seguindo a mesma lógica. Por exemplo, quando a concessão comum da BS indica o nível de congestionamento 1, a MS que solicitar 10 deve diminuir sua T/P, enquanto a MS que solicitar 01 pode aumentar sua T/P para a transmissão subsequente. Além do mais, enquanto reduz o overhead no link direto, o canal de concessão comum contínuo remove a capacidade da BS de discriminar entre MS

em disputa com base em critérios adicionais. É também possível eliminar o canal de solicitação contínuo e reduzir isto a uma operação autônoma da MS. A indicação de congestionamento da BS é baseada em medições atuais da utilização de recursos pela MS, e não nas solicitações da MS. Portanto, não há malha fechada por MS. Neste caso, a BS é incapaz de distinguir entre MSs cujo QoS está sendo satisfeita e é assim incapaz de executar a equidade.

[0064] Sendo assim, os erros de sinalização nos canais de solicitação e concessão contínuos não são catastróficos. Presume-se que um apagamento no canal de concessão direto contínuo é um comando para deixar a Concessão Atual inalterada. Devido ao mecanismo de malha fechada de baixo retardo, quaisquer erros de sinalização seriam rapidamente corrigidos pelas solicitações e concessões subseqüentes. Em particular, a Concessão Atual variável local na MS torna-se conhecida da BS a cada transmissão de quadro de link reverso e permite que os dois lados da malha de controle mantenham o mesmo estado.

[0065] É possível operar o gerenciamento de QoS de link reverso utilizando apenas as mensagens de solicitação e concessão. Entretanto, para um controle rigoroso da QoS, isto é, de modo a se gerenciar a QoS para serviços com chegadas em rajada, taxas variáveis e restrições de retardo rigorosas, é necessário utilizar os canais de solicitação e concessão contínuos. Note-se que o canal de solicitação contínuo pode ser utilizado sem o canal de concessão contínuo.

[0066] Para um tráfego de QoS negociada, a MS pode operar da maneira seguinte:

- A MS envia uma mensagem de solicitação que indica a T/P (e a T/P de congestionamento) requerida. A mensagem de solicitação pode

conter também a T/P máxima (headroom na MS). A BS pode indicar uma concessão de T/P por meio de uma mensagem, ou a concessão pode estar implícita (uma T/P inicial conhecida). Neste último caso, nenhuma mensagem de solicitação ou concessão é requerida.

- As alterações na T/P requerida são indicadas no canal de solicitação de taxa contínuo de baixo overhead. O canal está sujeito a configuração e liberação com sinalização de Camada 3. Uma vez que este canal representa requerimento de taxa agregada para a MS, apenas um canal que tal é necessário por MS.
- As alterações na T/P concedida são indicadas pela estação base no canal de concessão contínuo de baixo overhead no link direto. Alternativamente, pode ser utilizado um canal de concessão comum contínuo de baixo overhead que indique o nível de congestionamento com base nas solicitações recebidas.

[0067] Durante uma operação de soft handoff, o gerenciamento de recursos reverso baseado em mensagens é tratado apenas pela BS de serviços (a BS com o nível-piloto dividido proporcionalmente mais elevado recebido na MS). Os canais de solicitação e concessão contínuos podem ser recebidos e transmitidos apenas pela BS servidora ou por um conjunto ativo reduzido de BSs. Caso o canal de concessão contínuo seja transmitido apenas pela BS de serviços, a operação de soft handoff não difere do caso em que a estação móvel não está em soft handoff. Entretanto, se o canal de concessão rápido direto for transmitido de mais de

uma BS no conjunto ativo, a BS diferente pode operar de maneira independente e gerar comandos de concessão diferentes. É então requerido que a MS ajuste sua variável de Concessão Atual ao mínimo dos ajustes de taxa concedidos por todas as BS do conjunto ativo.

[0068] O overhead por MS para canais de solicitação e concessão contínuos é comparável com a utilização dos canais baseados em mensagens uma vez a cada poucas centenas de ms. Assim, para casar o overhead, não é necessário que as mensagens de solicitação de taxa e concessão de taxa sejam enviadas mais freqüentemente do que, por exemplo, 250 ms por MS, incluindo todos os serviços na MS. Canais de realimentação contínuos podem ser necessários para gerenciar QoS para serviços nos quais o retardo máximo seja menor do que 100 ms, por exemplo. Mesmo para serviços com chegadas em rajada, em que os tamanhos da fila podem variar de maneira significativa acima de dezenas de ms. Se os prazos finais de retardo forem superiores a 250 ms, então a QoS pode ser gerenciada através de canais de solicitação e concessão baseados em mensagens. Pode haver necessidade de 2-4 bits a cada 20-40 ms para o canal de solicitação de taxa reverso contínuo. Estes bits indicam à BS modificações solicitadas em sua taxa alocada e/ou a necessidade de uma concessão longa.

[0069] De maneira geral, é revelada um framework para gerenciamento de QoS e recursos no link reverso, na qual as filas de pacotes são distribuídas na MS e o gerenciador de recursos centralizado fica na BS. Neste framework, a responsabilidade do gerenciamento de QoS de link reverso é atribuída à MS, enquanto a BS gerencia o controle de recursos agregados e de admissão para serviços de QoS negociada. A MS provê ao gerenciador de recursos o recurso requerido (taxa ou T/P) de que necessita para

atender à sua QoS. Isto é diferente das abordagens anteriores, nas quais a MS provê informações de backlog de fila ao gerenciador de recursos. As informações de backlog de fila não são suficientes para que o gerenciador de recursos satisfaça as garantias de QoS. O QoS de link reverso é gerenciado por meio de um controle de malha fechada de taxa ou T/P alocada pela MS. Os requerimentos de QoS para múltiplos serviços (ou fluxos) são unidas em uma representação compacta de recursos (taxa ou T/P). Isto permite um (baixo overhead de comunicação) eficaz para o controle de malha fechada. Isto permite que a MS determine uma T/P requerida que permitirá a ela atender aos requerimentos de QoS de todos os serviços. Um mecanismo de baixa complexidade para recomputar os requerimentos de taxa (ou T/P) e de duração após as partidas dos pacotes, as chegadas dos pacotes e as mudanças na taxa alocada ou as mudanças na qualidade do link. Canais de solicitação e concessão contínuos de baixo overhead que são compatíveis com o framework e são adequadas para gerenciar QoS para serviços com requerimentos de retardo máximo de menos de 100 ms. É revelado um processo para computar os requerimentos de T/P para diferentes níveis de congestionamento com a utilização de uma prioridade de eliminação para pacotes. É revelada uma codificação compacta do canal de solicitação de taxa que provê as informações de gerenciador de recursos da BS para determinar o nível de congestionamento nas filas de pacotes distribuídas entre as MSs. Além disto, ela permite que o gerenciador de recursos da BS tome decisões de alocação inteligentes entre as MSs em disputa. Portanto, o gerenciador de recursos da BS opera de modo a alocar os recursos entre as MSs em disputa, inclusive a operação do controle de taxa de malha fechada em soft handoff.

[0070] Os diversos aspectos da invenção podem ser mais evidentes com a referência às diversas etapas descritas na figura 4. A figura 4 descreve um fluxo 400 de mensagens e etapas de processamento em uma BS e em uma MS no sistema de comunicação 100. Os sistemas receptor e transmissor 200 e 300 mostrados nas figuras 2 e 3 podem operar de modo a executarem diversas etapas quando incorporados a uma respectiva estação base ou estação móvel no sistema de comunicação 100. Na etapa 401, a estação móvel determina os pacotes de dados para transmissão para vários serviços de comunicação. Nas etapas 402 e 403, respectivamente, a estação móvel determina um prazo final de transmissão de cada um dos pacotes de dados e dispõe os pacotes de dados em uma fila para transmissão de acordo com o prazo final de transmissão determinado. Nas etapas 405, 406 e 407, respectivamente, a estação móvel determina uma taxa de dados para a transmissão dos pacotes de dados com base na disposição dos pacotes de dados na fila, permitindo o cumprimento do prazo final de transmissão para cada um dos pacotes de dados, determina a duração da taxa de dados determinada para a transmissão dos pacotes de dados com base na disposição dos pacotes de dados na fila e comunica a taxa de dados e a duração da estação móvel para a estação base. Na etapa 408, a estação base determina se os recursos disponíveis permitem a alocação na estação base para a transmissão da estação móvel à taxa de dados e à duração determinadas. Na etapa 409, a estação base comunica a aceitação da taxa de dados determinada para a transmissão dos pacotes de dados da estação móvel. Na etapa 410, a estação móvel transmite à taxa de dados aceita. Na etapa 411, a estação base pode indicar um alerta de nível de congestionamento à estação móvel, segundo o qual os recursos disponíveis determinados não permitem a alocação

na estação base para transmissão a partir da estação móvel à taxa de dados determinada. Nas etapas 412, 413 e 414, a estação móvel elimina pelo menos um pacote de dados dos pacotes de dados na fila de modo a determinar uma nova fila de pacotes de dados, determinar uma nova taxa de dados para transmissão da nova fila de pacotes de dados, a nova taxa de dados sendo mais baixa que a taxa de dados determinada anteriormente, e determina uma nova duração para a utilização da nova taxa de dados determinada para a transmissão dos pacotes de dados com base na disposição dos pacotes de dados na nova fila. O fluxo 400 segue até a etapa 408, de modo a se repetir a determinação quanto à aceitação ou rejeição.

[0071] Os versados na técnica também entenderão que os diversos blocos lógicos, módulos, circuitos e etapas de algoritmo descritos com relação às modalidades apresentadas no presente relatório podem ser implementados como hardware eletrônico, software de computador, ou combinações de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambialidade de hardware e software, diversos componentes, blocos, módulos, circuitos e etapas ilustrativos foram descritos genericamente em termos de sua funcionalidade. Quer a funcionalidade seja implementada como hardware ou software depende da aplicação específica e das restrições de projeto impostas ao sistema como um todo. Os especialistas podem implementar a funcionalidade descrita de diversas maneiras para cada aplicação específica, mas tais decisões de implementação não devem ser interpretadas como provocando um afastamento do escopo da invenção.

[0072] Os diversos blocos, módulos, circuitos lógicos e etapas algorítmicas ilustrativos descritos em relação às modalidades apresentadas aqui podem ser

implementados ou executados com um processador de propósitos gerais, um processador de sinais digitais (DSP), um circuito integrado de aplicação específica (ASIC), um arranjo de portas programável em campo (FPGA) ou outro dispositivo lógico programável, porta discreta ou lógica de transistor, componentes de hardware discretos ou qualquer combinação deles projetada para executar as funções descritas aqui. Um processador de propósitos gerais pode ser um microprocessador, mas alternativamente o processador pode ser qualquer processador, controlador, microcontrolador, ou máquina de estado convencionais. Um processador pode ser também implementado como uma combinação de dispositivos de computação, como, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo DSP, ou qualquer outra combinação de tal.

[0073] As etapas de método ou algoritmo descritas com relação às modalidades reveladas aqui podem ser concretizadas diretamente em hardware, em um módulo de software executado por um processador ou uma combinação deles. O módulo de software pode residir em memória RAM, memória flash, memória ROM, memória EPROM, registradores, disco rígido, disco removível, CD-ROM ou qualquer outra forma de meio de armazenamento conhecido na técnica. Um meio de armazenamento exemplar é acoplado ao processador de modo que o processador possa ler informações do, e gravar informações no, meio de armazenamento. Alternativamente, o meio de armazenamento pode ser integrante com o processador. O processador e o meio de armazenamento podem residir em um ASIC. O ASIC pode residir em um terminal de usuário. Alternativamente, o processador e o meio de

armazenamento podem residir como componentes discretos em um terminal de usuário.

[0074] A descrição anterior das modalidades reveladas é apresentada para permitir que qualquer pessoa versada na técnica crie ou faça uso da presente invenção. Diversas modificações nestas modalidades serão prontamente evidentes aos versados na técnica, e os princípios genéricos definidos aqui podem ser aplicados a outras modalidades sem o uso das faculdades inventivas. Assim, a presente invenção não pretende ser limitada às modalidades mostradas aqui, mas receberá o mais amplo escopo compatível com os princípios e aspectos inéditos revelados aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinar uma taxa de dados para comunicação de link reverso a partir de uma estação móvel (102, 103, 104) para uma estação base (101, 160), em um sistema de comunicação (100), caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

determinar (401) pacotes de dados para transmissão a partir da estação móvel (102, 103, 104) para um número de serviços de comunicação;

determinar (402) um prazo final de transmissão de cada um dentre os pacotes de dados;

dispor (403) os pacotes de dados em pelo menos uma fila para transmissão de acordo com o prazo final de transmissão determinado;

determinar (405) para cada fila disposta uma taxa de dados para transmissão dos pacotes de dados com base na disposição dos pacotes de dados na fila, permitindo cumprir o prazo final de transmissão para cada um dentre os pacotes de dados;

descartar (412) pelo menos um pacote de dados dentre os pacotes de dados na fila para determinar uma nova fila de pacotes de dados; e

determinar (413) uma nova taxa de dados para transmissão da nova fila de pacotes de dados, em que a nova taxa de dados é mais baixa do que a taxa de dados.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os pacotes de dados são dispostos em uma fila e uma taxa de dados para transmissão é determinada.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

comunicar (407) a taxa de dados a partir da estação móvel (102, 103, 104) para a estação base (101, 160).

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

determinar duração para utilização da taxa de dados determinada para transmissões dos pacotes de dados com base na disposição dos pacotes de dados na fila.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

comunicar (407) a duração determinada a partir da estação móvel (102, 103, 104) para a estação base (101, 160).

6. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

determinar (408) se recursos disponíveis permitem alocação na estação base (101, 160) para transmissão a partir da estação móvel (102, 103, 104) à taxa de dados.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

indicar (411) um alerta de nível de congestionamento para a estação móvel (102, 103, 104) quando a determinação de recursos disponíveis não permitir alocação na estação base (101, 160) para transmissão a partir da estação móvel (102, 103, 104) à taxa de dados.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

determinar (414) uma nova duração para utilização da nova taxa de dados determinada para transmissões dos pacotes de dados com base na disposição dos pacotes de dados na nova fila.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as taxas de dados

determinadas incluem uma taxa de dados requerida, e pelo menos uma taxa de dados de nível de congestionamento.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

comunicar (407) as taxas de dados a partir da estação móvel (102, 103, 104) para a estação base (101, 160).

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

determinar (406) duração para utilização de cada uma dentre as taxas de dados determinadas para transmissões dos pacotes de dados com base na disposição dos pacotes de dados na fila.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

comunicar (407) a duração determinada a partir da estação móvel (102, 103, 104) para a estação base (101, 160).

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

determinar (408) se recursos disponíveis permitem alocação na estação base (101, 160) para transmissão a partir da estação móvel (102, 103, 104) a pelo menos uma dentre as taxas de dados.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

indicar à estação móvel (102, 103, 104) quando a determinação de recursos disponíveis permitir alocação na estação base (101, 160) para transmissão a partir da estação móvel (102, 103, 104) a pelo menos uma dentre as taxas de dados.

15. Equipamento para determinar uma taxa de dados para comunicação de link reverso a partir de uma estação

móvel (102, 103, 104) para uma estação base (101, 160), em um sistema de comunicação, caracterizado pelo fato de que compreende:

meios para determinar pacotes de dados para transmissão a partir da estação móvel (102, 103, 104) para um número de serviços de comunicação;

meios para determinar um prazo final de transmissão de cada um dentre os pacotes de dados;

meios para dispor os pacotes de dados em pelo menos uma fila para transmissão de acordo com o prazo final de transmissão determinado;

meios para determinar para cada fila disposta uma taxa de dados para transmissão dos pacotes de dados com base na disposição dos pacotes de dados na fila permitindo cumprir o prazo final de transmissão para cada um dentre os pacotes de dados;

meios para descartar pelo menos um pacote de dados dentre os pacotes de dados na fila para determinar uma nova fila de pacotes de dados;

meios para determinar uma nova taxa de dados para transmissão da nova fila de pacotes de dados, em que a nova taxa de dados é mais baixa do que a taxa de dados.

16. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que os pacotes de dados são dispostos em uma fila e uma taxa de dados para transmissão é determinada.

17. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15 ou 16, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para comunicar a taxa de dados a partir da estação móvel (102, 103, 104) para a estação base (101, 160).

18. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para determinar duração para utilização da taxa de dados determinada para transmissões dos pacotes de dados com base na disposição dos pacotes de dados na fila.

19. Equipamento, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para comunicar a duração determinada a partir da estação móvel (102, 103, 104) para a estação base (101, 160).

20. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15 ou 16, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para determinar se recursos disponíveis permitem alocação na estação base (101, 160) para transmissão a partir da estação móvel (102, 103, 104) à taxa de dados.

21. Equipamento, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para indicar um alerta de nível de congestionamento para a estação móvel (102, 103, 104) quando a determinação de recursos disponíveis não permitir alocação na estação base (101, 160) para transmissão a partir da estação móvel (102, 103, 104) à taxa de dados.

22. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para determinar uma nova duração para utilização da nova taxa de dados determinada para

transmissões dos pacotes de dados com base na disposição dos pacotes de dados na nova fila.

23. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que as taxas de dados determinadas incluem uma taxa de dados requerida, e pelo menos uma taxa de dados de nível de congestionamento.

24. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para comunicar as taxas de dados a partir da estação móvel (102, 103, 104) para a estação base (101, 160).

25. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para determinar duração para utilização de cada uma dentre as taxas de dados determinadas para transmissões dos pacotes de dados com base na disposição dos pacotes de dados na fila.

26. Equipamento, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para comunicar a duração determinada a partir da estação móvel (102, 103, 104) para a estação base (101, 160).

27. Equipamento, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para determinar se recursos disponíveis permitem alocação na estação base (101, 160) para transmissão a partir da estação móvel (102, 103, 104) em pelo menos uma dentre o número de taxas de dados.

28. Equipamento, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para indicar à estação móvel (102, 103, 104) quando a determinação de recursos disponíveis permitir alocação na estação base (101, 160) para transmissão a partir da estação móvel (102, 103, 104) em pelo menos uma dentre as taxas de dados.

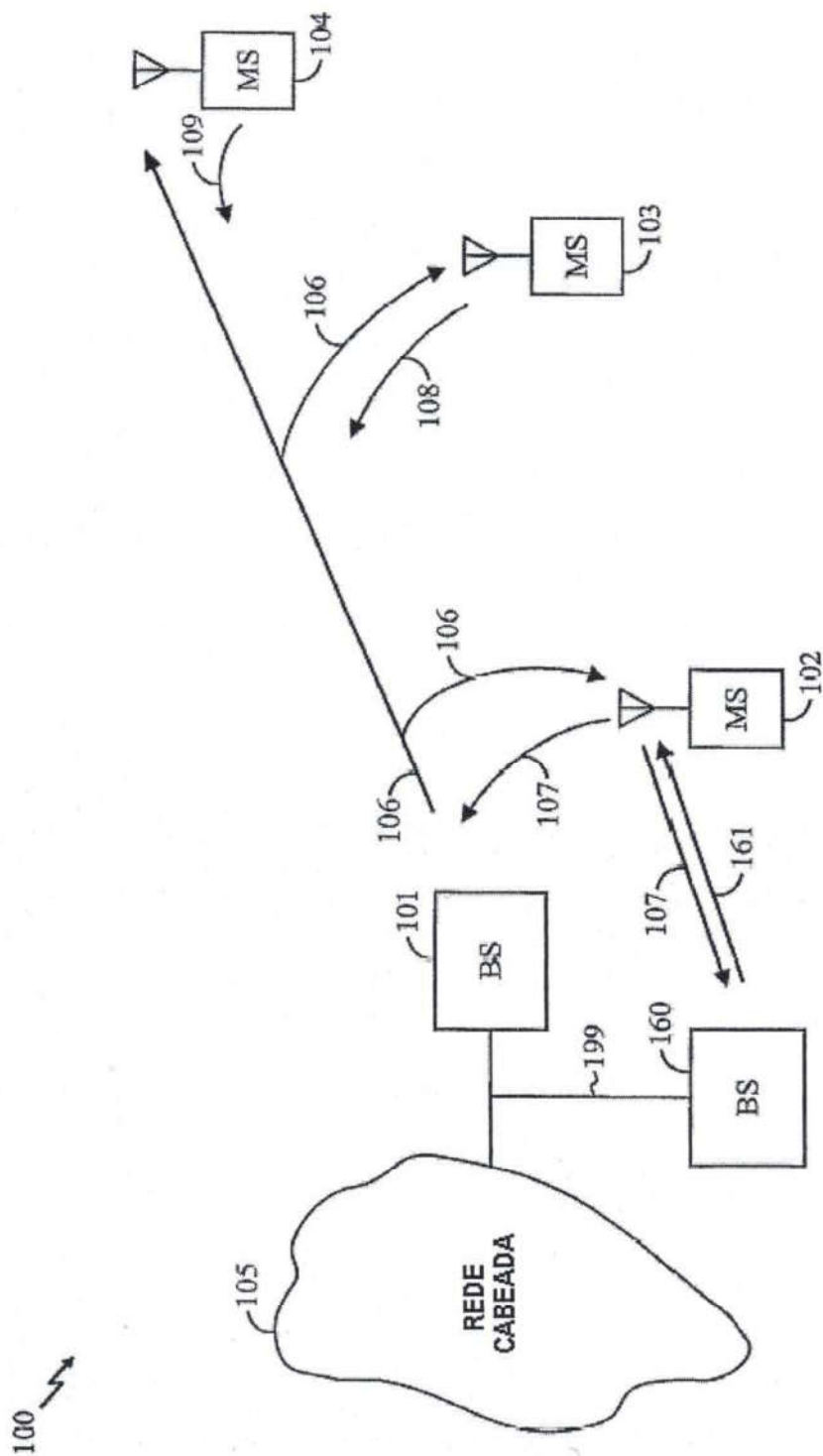


FIG. 1

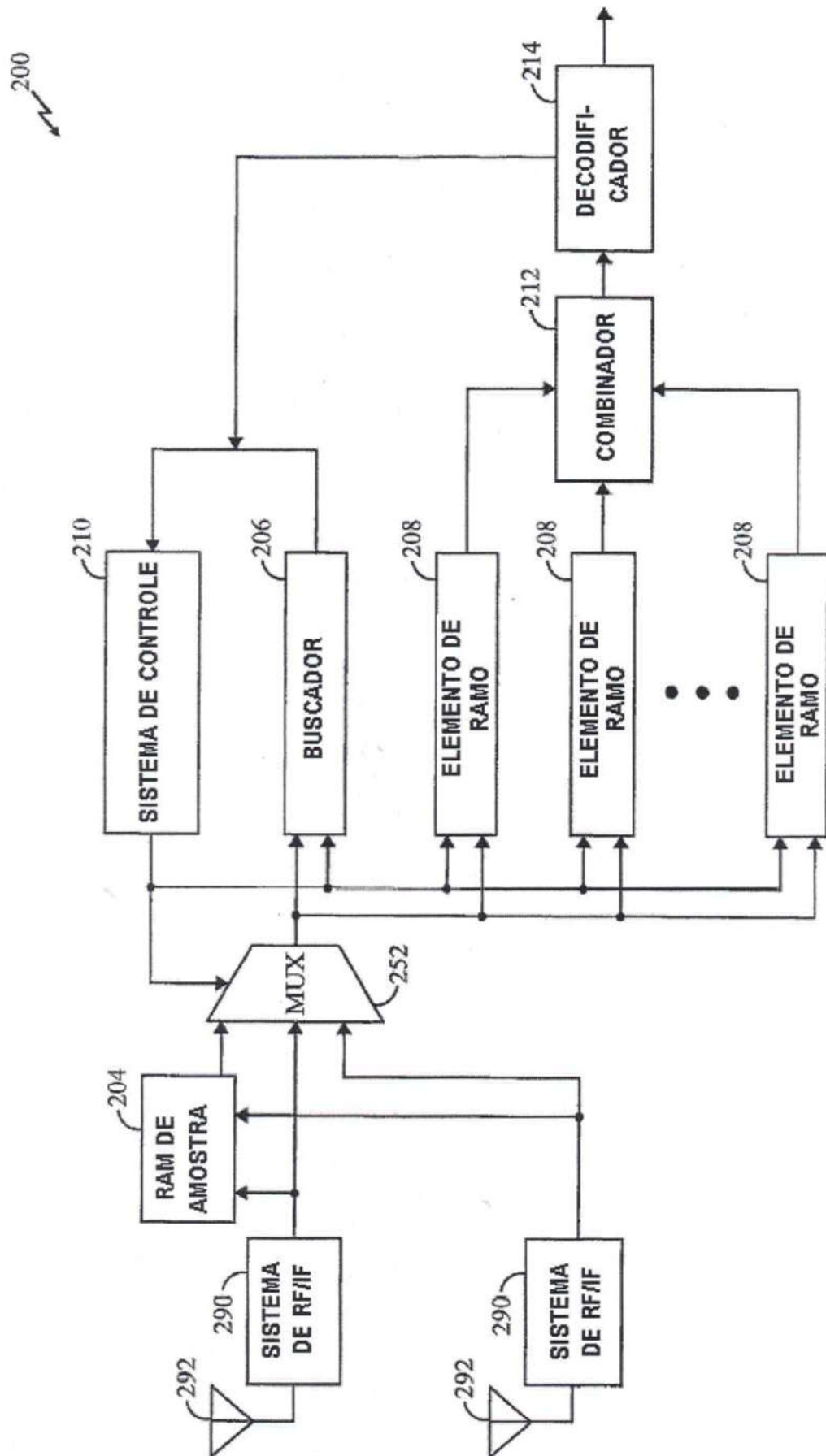


FIG. 2

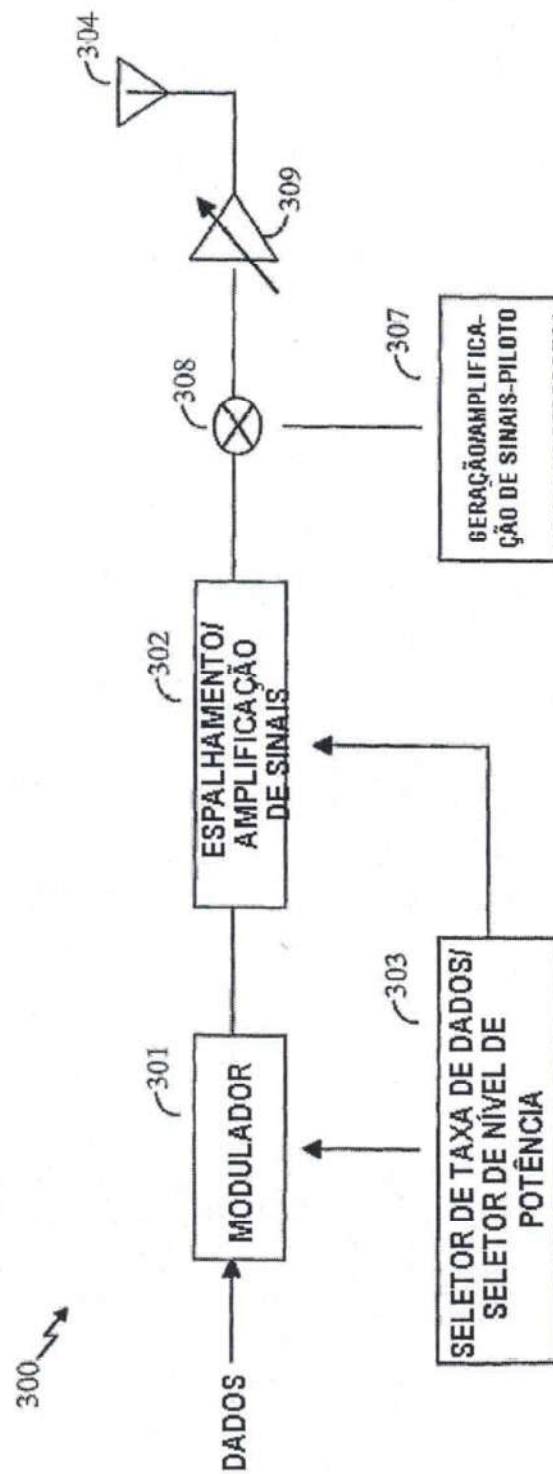


FIG. 3

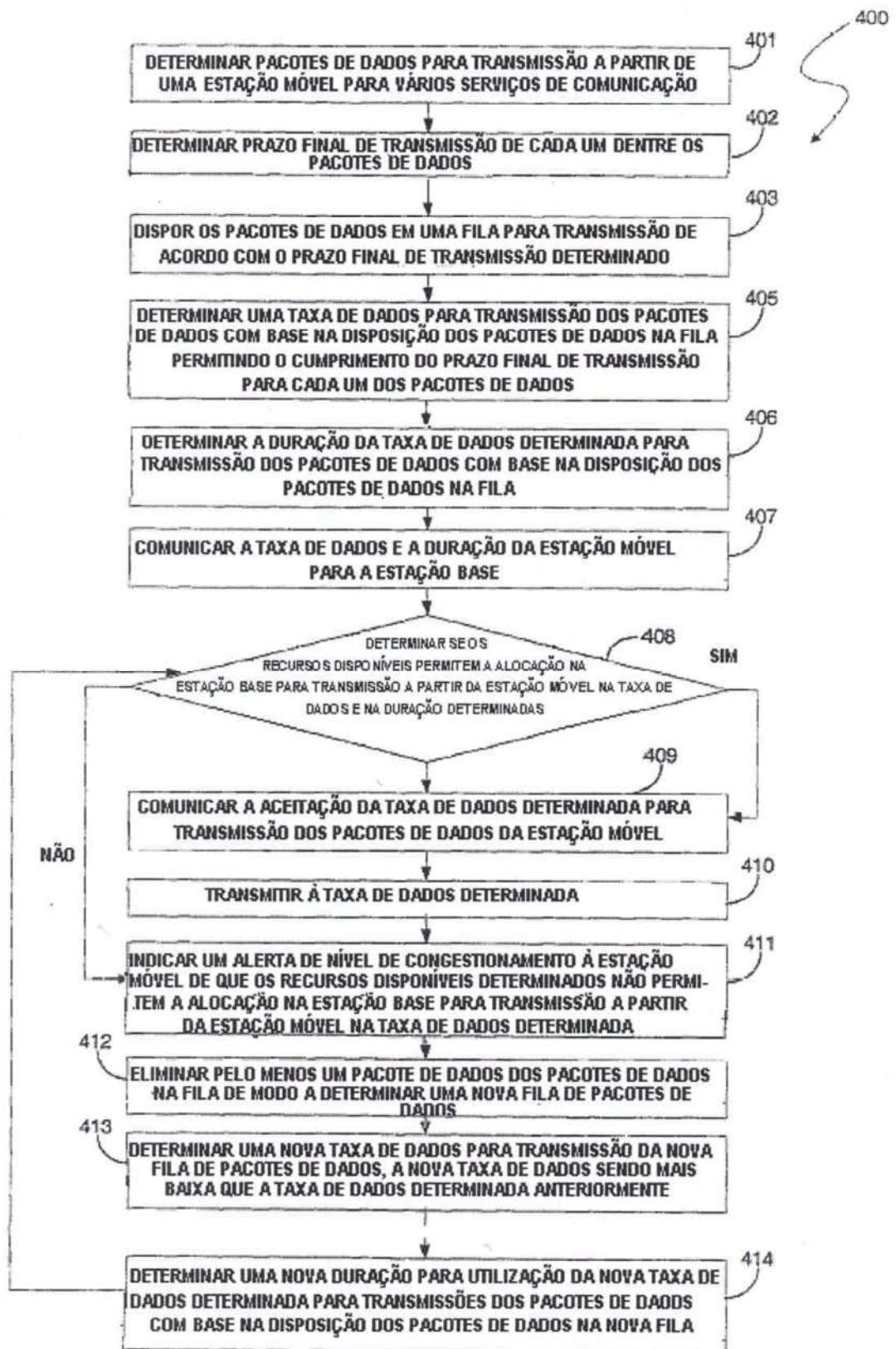


FIG. 4

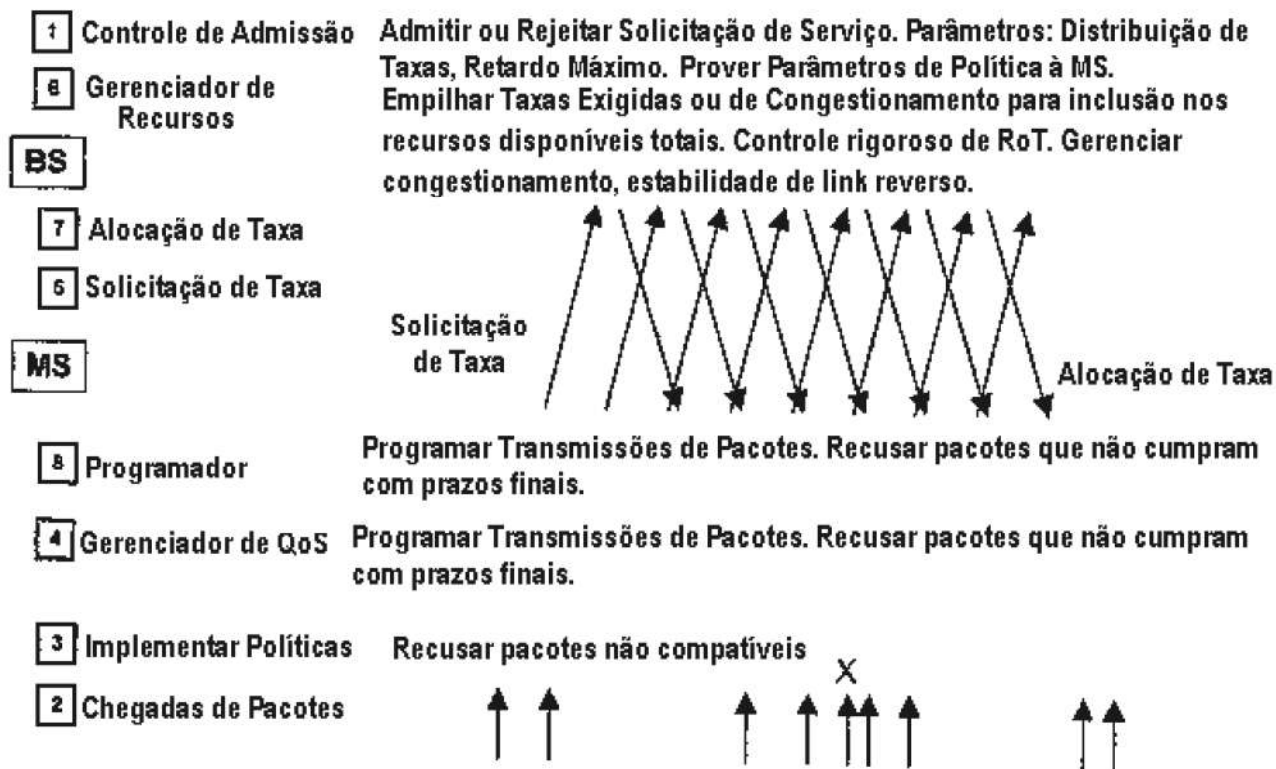


FIG. 5



Por exemplo, a MS pode determinar uma Taxa de Congestionamento (Nível 1) com base na eliminação do primeiro pacote.



...e uma Taxa de Congestionamento (Nível 2) baseada na eliminação do maior pacote.



FIG. 6