



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

(11) PI 0316320-2 B1

(22) Data do Depósito: 11/11/2003

(45) Data de Concessão: 17/10/2017



* B R P I 0 3 1 6 3 2 0 B 1 *

(54) Título: MÉTODOS E SISTEMAS PARA GERENCIAR A TRANSMISSÃO DE PACOTES DE INFORMAÇÃO EM CANAIS DE UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES E PARA GERENCIAR A TRANSMISSÃO DE PACOTES DE INFORMAÇÃO EM UMA REDE DE COMUNICAÇÃO ORGANIZADA EM CÉLULAS, E, PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR

(51) Int.Cl.: H04L 12/56

(30) Prioridade Unionista: 20/11/2002 IT TO2002A001009

(73) Titular(es): TELECOM ITALIA S.P.A.

(72) Inventor(es): VALERIA BAIAMONTE; DANIELE FRANCESCHINI

“MÉTODO E SISTEMA PARA GERENCIAR A TRANSMISSÃO DE PACOTES DE INFORMAÇÃO EM CANAIS DE UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES”

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção relaciona-se a técnicas para gerenciar a transmissão de pacotes de informação em uma rede de telecomunicação.

[0002] A invenção foi desenvolvida com foco particular em sua possível aplicação à função de Programação de Pacote no Gerenciamento de Recurso Rádio (RRM) em uma rede de comunicação móvel, tal como uma rede operando de acordo com o padrão chamado Sistema de Telecomunicações Móvel Universal ou UMTS.

[0003] Para simplicidade de ilustração, no restante da presente descrição será feita referência praticamente constante a este possível campo de aplicação. Entretanto, será verificado que o escopo da invenção é totalmente geral e daí não limitado ao citado contexto de aplicação específico.

[0004] A título de introdução geral à descrição da técnica anterior do problema constituindo a base para a invenção e da solução proposta aqui, é útil resumir algumas características essenciais do contexto técnico no qual a invenção se ajusta.

[0005] Na rede de acesso rádio do sistema UMTS, com base na interface rádio WCDMA (Múltiplo Acesso por Divisão de Código de Faixa Larga), é essencial otimizar a potência transmitida, no sentido de manter os níveis de interferência tão baixos quanto possível. É fundamentalmente importante gerenciar recursos rádio de tal modo a prover qualidade de serviços (QoS) e assegurar uma exploração eficiente dos recursos tornados disponíveis pelo sistema.

[0006] Em essência, começando pela carga no nível de enlace superior e enlace inferior, pode se definir estados diferentes da rede e definir correspondentemente estratégias de gerenciamento adequadas.

[0007] O diagrama em blocos funcional da Figura 1 mostra em termos gerais a arquitetura de Gerenciamento de Recurso Rádio (RRM) no contexto de aplicação descrito acima.

[0008] As funções e acrônimos mostrados nas figuras devem ser considerados totalmente conhecidos daqueles especialistas na técnica, e daí não requererem uma descrição detalhada.

[0009] Isto se mantém verdadeiro, em particular, para as funções identificadas pelos módulos S-RNC (Controlador de Rede Rádio de Serviço), C-RNC (Controlador de Rede Rádio de Controle, Nó B e UE e as interfaces Iur, Iub e Uu interpostas entre eles.

[00010] Os blocos funcionais mostrados na Figura 1 são os seguintes:

- Gerenciamento de Pacote (PM),
- Comutação de Tipo de Canal de Transporte (TCTS),
- Programação de Pacote (PS),
- Suporte de Acesso Rádio (RAB) Gerenciamento (RABM),
- Controle de Admissão (AC),
- Controle de Congestionamento (CC),
- Medições Comuns (CM),
- Medições Dedicadas (DM),
- Seleção de Célula/Avaliação de Reseleção (CSRE), e
- Medições Inter/Intra Frequência (IIFM).

[00011] Conforme estabelecido a arquitetura de gerenciamento de recurso rádio (RRM) mostrada na Figura 1 corresponde a critérios de operação gerais que são plenamente conhecidos na técnica e daí não requererem uma descrição detalhada, além dos termos estabelecidos posteriormente.

[00012] Em qualquer caso, os procedimentos compreendendo a arquitetura da Figura 1 são ilustrados em detalhe em:

- Harri Holma and Antti Toskala, “WCDMA for UMTS: radio access for third generations mobile communications”, Wiley & Sons Ltd

2001, e

- 3GPP TR 25.922 V3.7.0 (2002-03) Technical Report 3rd Generation Partnership Project; Technical Specifications Group Radio Access Network; Radio resource management strategies.

[00013] Os algoritmos que regulam a operação das entidades de gerenciamento descritos acima podem cooperar para o melhor gerenciamento de recursos. Quanto maior cooperação e interoperabilidade, mais eficiente o mecanismo de gerenciamento, exploração da potência disponível e utilização de recursos. O padrão 3GPP não especifica o modo pelo qual tais relações podem maximizar o desempenho do sistema.

[00014] O sistema UMTS tem a capacidade de oferecer um grande número de serviços de valor adicionado. Neste cenário, serviços comutados por pacotes desempenham um papel importante, constantemente no crescimento no campo de comunicações celulares. A aplicação de serviços de dados a sistemas celulares requer a transferência de um ou mais pacotes através de enlaces rádio. Serviços comutados por pacotes no padrão UMTS são caracterizados por conexões entre a rede e usuários móveis, através da configuração de canais apropriados, cujo tipo depende do tipo de serviço.

Descrição da Técnica Anterior

[00015] Conforme estabelecido, o padrão UMTS não especifica qualquer estratégia de programação de pacote.

[00016] Em geral, as propostas correntes para programação de pacote focalizam somente em um dos três pontos seguintes:

- conformidade com as exigências de Qualidade de Serviço (QoS), por exemplo em termos de retardo e velocidade mínima permitida;
- maximização de velocidade de transferência de dados;
- exploração total da potência disponível.

[00017] O volume “Radio Network Planning and Optimisation” por J.Laiho e outros, John Wiley & Sons, Ltd., 2001, descreve uma solução para

alocar capacidade a usuários de pacote comutado (PS) em uma rede rádio. Em particular, após a alocação de um novo usuário PS, a carga é estimada para determinar se ainda há qualquer capacidade disponível, ou se, ao contrário, o limiar de carga máxima foi excedido e então é necessário proceder ao redimensionamento ou liberação de recursos.

[00018] O mesmo documento descreve dois tipos de programação, uma baseada em divisão de código, que tende a permitir que usuários múltiplos transmitam simultaneamente, designando baixas velocidades de transmissão a eles, e outra baseada em divisão de tempo, que tende a permitir que um usuário transmita em um instante. Entretanto, este modo de operação não permite otimizar a exploração de recursos transmissivos disponíveis.

[00019] O documento US-A-6 374 117 descreve um método e um sistema para controlar um nível de potência de transmissão, com base no retardo de enfileiramento dos pacotes dentro de um sistema de rádio transmissão de dados. Seguindo esta abordagem, a velocidade de transferência de dados na transmissão de pacotes de dados pode ser melhorada para certas conexões com referência ao retardo de enfileiramento: na prática, os pacotes de dados que foram submetidos a um retardo de enfileiramento considerável são alocados a uma conexão de qualidade mais alta, aumentando sua potência de transmissão. A escolha de dar prioridade a dados pacotes ou não aumentando a potência de transmissão, pode ser feita, por exemplo, de acordo com um perfil de qualidade de serviço do usuário. De acordo com esta maneira de procedimento, quando o retardo começa a aumentar, a potência é aumentada para melhorar a qualidade. Entretanto, esta intervenção é suscetível de ter efeitos negativos em termos de interferência.

[00020] Em “A scheme for throughput maximizations in a dual class CDMA System” por S.Ramakrishna e J.M.Holtzman, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Volume 16; publicado em 6 de Agosto de 1998, páginas 830-844, é apresentado no estudo que demonstra a validade de

um esquema CDMA que usa um algoritmo de programação de pacote de enlace superior distinguindo entre duas classes de prioridade ou de usuários, isto é, usuários “tolerantes a retardo” e usuários “intolerantes a retardo”. O objetivo principal do procedimento proposto é apenas a maximização de velocidade de transferência de dados, desprezando os outros aspectos considerados acima.

[00021] O objetivo procurado pelo procedimento de programação proposto em “A QoS Oriented Bandwidth Scheduling Scheme on 3G WCDMA Air Interface” por D.Tian, J.Zhu; 2001 International Conference on Info-tech and Info-net, 2001 Proceedings ICI 2001 - Beijing; Volume 2, páginas 139-144 é a alocação de recurso com base na distinção de usuários em classes de Prioridade, focalizando então nas exigências de qualidade de serviço. Não é dada atenção, ao invés disso, ao problema de otimização na alocação de recursos disponíveis para a célula.

[00022] Em “Resource Allocations and Scheduling Schemes for WCDMA Downlinks” por R.Vannithamby, E.S.Sousa; IEEE International Conference on communications, 2001; ICC 2001, Volume 5; páginas 1406-1410 é apresentado um estudo cujo objetivo principal é alocação de recursos de enlace inferior com base na potência designada a cada móvel individual na estação base. A citada potência é o parâmetro crítico no qual a alocação de taxa para os usuários é baseada. Entretanto, o problema de maximização de velocidade de transferência de dados e minimização de retardo não é considerado.

Objetivos e Sumário da Invenção

[00023] O objetivo da presente invenção é prover uma solução para gerenciar pacotes em uma rede de telecomunicação, de modo a superar as deficiências intrínsecas das soluções da técnica anterior acima descritas.

[00024] De acordo com a presente invenção, o citado objetivo é alcançado graças ao que é especificamente estabelecido nas reivindicações

que se seguem.

[00025] Em particular será verificado que a presente invenção deve ser descrita em termos de método, bem como em termos de sistema, bem como em termos de programa de computador capaz de ser diretamente carregado na memória de pelo menos um computador digital, e suscetível de realizar as etapas de um método de acordo com a invenção, quando o produto de computador é executado no computador digital.

[00026] Em adição a ser integrado corretamente dentro da arquitetura de gerenciamento de recurso rádio (RRM), prestando atenção particular aos protocolos prescritos pelas camadas de rádio das redes de comunicação móvel (tais como aquelas operando de acordo com o padrão UMTS), a solução para gerenciar transmissão de pacotes, aqui descrita, permite integrar algoritmos de Programação de Pacote (PS) e algoritmos de Comutação de Tipo de Canal de Transporte (TCTS), prestando a máxima atenção a um conjunto articulado de exigências, ao invés de exigências individuais.

Breve Descrição dos Desenhos Anexos

[00027] A invenção será agora descrita, puramente por meio de exemplo não limitante, com referência aos desenhos que a acompanham, nos quais:

- Figura 1, relacionada à arquitetura de gerenciamento de recurso rádio em uma rede móvel por pacote e relacionando-se ela própria à técnica anterior e à solução de acordo com a invenção, já tem sido descrita previamente e será adicionalmente descrita posteriormente,
- Figura 2 mostra a variação possível na capacidade ocupada pelos usuários de uma célula de um sistema de comunicação móvel, como uma função do tempo,
- Figura 3 mostra um exemplo de determinação da ordem de visita das filas em uma solução de acordo com a invenção,
- Figura 4 é um diagrama de estado descrevendo um procedimento suscetível de ser implementado dentro da presente invenção, e

- Figuras 5 e 6 mostram, novamente no mesmo contexto de aplicação da invenção, situações nas quais um volume de tráfego excede um limiar superior absoluto ou cai abaixo de um limiar inferior absoluto.

Descrição Detalhada de Realizações da Invenção

[00028] Com referência ao diagrama de função da Figura 1, a finalidade principal da função de Gerenciamento de Pacote PM é otimizar a transmissão de pacote na interface rádio do sistema relacionado (considerada plenamente conhecida).

[00029] Em geral, no contexto de aplicação da Figura 1, é possível especificar as medições feitas nos Nós B e relatadas ao C-RNC por meio do protocolo N-Bap, via interface Iub.

[00030] As medições são:

- RTWP (Potência de Faixa Larga Total Recebida), definida como a potência recebida ao longo da faixa inteira, incluindo o ruído gerado pelo receptor, dentro da faixa definida pelo filtro de recepção.

- Potência de portadora transmitida: é definida como a relação entre a potência transmitida total e a potência máxima na transmissão.

[00031] Dependendo dos valores destas medições, pelo menos três estados operativos diferentes podem ser definidos:

- operação normal, que ocorre quando as duas condições seguintes são simultaneamente satisfeitas:

$\Rightarrow (RTWP/Potência\ de\ Ruído\ Térmico) \leq 70\% \text{ de } Noise_Rise$ máximo no enlace superior;

$\Rightarrow Potência\ de\ Portadora\ Transmitida \leq 70\%;$

- operação em condições de alerta, que ocorre quando pelo menos uma das duas condições seguintes é satisfeita (respectivamente para enlace superior e enlace inferior):

$\Rightarrow 70\% \text{ de } Noise_Rise \text{ máximo no enlace superior} \leq (RTWP/Potência\ de\ Ruído\ Térmico) \leq 90\% \text{ de } Noise_Rise \text{ máximo no enlace}$

superior;

$$\Rightarrow 70\% \leq \text{Potência de Portadora Transmitida} \leq 90\%;$$

- operação de pré congestionamento, que ocorre quando pelo menos uma das duas condições seguintes é satisfeita (respectivamente para enlace superior e enlace inferior):

$$\Rightarrow 90\% \text{ de Noise_Rise máximo no enlace superior} \leq (\text{RTWP/Potência de Ruído Térmico}) \leq \text{Noise_Rise máximo no enlace superior};$$

$$\Rightarrow 90\% \leq \text{Potência de Portadora Transmitida} \leq 100\%.$$

[00032] As definições acima são as correntes, bem conhecidas daqueles versados na técnica. Será também verificado que os valores de 70% e 90% mostrados acima são providos puramente a título de exemplo e podem ser modificados pelo operador.

[00033] A tabela que se segue refere-se a várias classes de serviços suscetíveis de serem gerenciados em um contexto tal como um contexto UMTS.

Classe de Tráfego	Classe Conversacional (RT Conversacional)	Classe de Fluxo (RT de Fluxo)	Classe Interativa (Melhor esforço interativo)	Segundo Plano (Melhor esforço de segundo plano)
Exemplo de Aplicação	voz, vídeo	- facsimile (NT) - fluxo de áudio e vídeo	Navegação na Web	Segundo Plano e-mail transferência

[00034] Estes serviços apresentam características diferentes em termos de Qualidade de Serviço ou QoS.

[00035] As características essenciais dos serviços de classe conversacional são dadas pela necessidade de preservar certas relações de tempo entre as entidades de informação do fluxo e assegurar conformidade com um valor de retardo máximo.

[00036] No caso de serviços de classe de fluxo, é necessário manter as relações de tempo entre várias entidades de informação do fluxo, porém em geral, as exigências de retardo são menos urgentes do que para serviços de

classe conversacional.

[00037] No caso de serviços de classe interativa, usualmente orientados para uma configuração de resposta de requisição geral, uma exigência essencial é preservar o conteúdo de informação ou carga útil.

[00038] No caso de serviços de segundo plano, as exigências são ainda menos restritivas, uma vez que, embora a exigências de preservar o conteúdo de carga útil permaneça, o receptor não tem expectativas particulares em termos de tempo de entrega.

[00039] Em termos gerais, está claro que a função de Gerenciamento de Pacote PM é capaz de explorar o fato de que, dentro do escopo de serviços de pacote, é necessário assegurar em qualquer caso baixas percentagem de erro nos dados enquanto, pelo menos para alguns serviços, uma certa quantidade de retardo pode ser tolerada.

[00040] Ainda mais, alguns serviços da classe interativa ou de segundo plano (conforme definido em um contexto 3GPP UMTS), tal como o serviço de navegação da Web ou o serviço de correio eletrônico, são essencialmente serviços de melhor esforço, para os quais nenhum nível de taxa de bit específico é garantido.

[00041] Deste ponto de vista, as características de tolerância de retardo e a natureza de melhor esforço de alguns destes serviços podem ser usadas com um certo grau de flexibilidade, para reduzir a interferência e otimizar a capacidade correspondentemente.

[00042] Conforme mostrado na Figura 1, a função de gerenciamento de pacote PM é, por sua vez, dividida em duas entidades funcionais principais, isto é:

- programação de pacote ou PS, e
- comutação de tipo de canal de transporte ou TCTS.

[00043] A função principal servida pela programação de pacote é gerenciar a transmissão dos pacotes dos serviços suportados nos enlaces DCH

(Canal Dedicado), no sentido de otimizar a interface rádio.

[00044] A finalidade principal da comutação do tipo de canal de transporte é monitorar as características de transmissão de cada conexão provida pela função de programação de pacote, no sentido de comandar seletivamente a transição do canal compartilhado para um canal dedicado, ou vice-versa.

[00045] O módulo de gerenciamento de pacote PM gerencia programação de pacote de isto é: os parâmetros significativos, que estabelecem um limite para a disponível de recursos de sistema, são portanto, os seguintes:

- potência máxima que a estação base pode fornecer;
- ausência de ortogonalidade perfeita entre os códigos designados aos usuários; e
- interferência a partir de outras células, percebida pelos receptores UE.

[00046] O módulo PM gerencia e otimiza a totalidade da transmissão de pacote, com relação aos serviços que requerem transmissão de pacotes longos e não freqüentes (navegação da Web) e com relação a serviços tais como e-mail, ftp nos quais uma grande quantidade de pacotes longos é transmitida por um curto intervalo de tempo, bem como serviços nos quais poucos pacotes longos são suficientes (chat, SMS).

[00047] As funções relacionadas residem, do ponto de vista de arquitetura, no RRM de Serviço, juntamente com o módulo TCTS e ao módulo RABM.

[00048] O RRM é chamado de serviço porque representa o conjunto de procedimentos de gerenciamento localizados dentro da RNC de serviço (S-RNC). Este posicionamento o habilita a ter disponível toda informação sobre usuários registrados nos Nós B pertencentes à RNC, e ao tipo de conexão rádio requerido por eles e configurado na rede.

[00049] Preferivelmente, o procedimento de programação dentro do

módulo PM que gerencia a transmissão no canal DCH dedicado, atua conforme descrito abaixo quando a situação de carga da rede, de acordo com as definições providas acima, é aquela de operação normal.

[00050] Na realização correntemente preferida, para suas decisões, o procedimento usa:

- informação de tráfego sobre o número de conexões ativas RT (tempo real) e sua taxa de bit e relação sinal/interferência (SIR) procurada como um alvo ou SIR_{alvo} ;
- informação sobre as conexões de dados em canais dedicados que são configuradas e suas características de taxa de bit, SIR_{alvo} e tipo de serviço requerido;
- informação sobre os Formatos de Transporte ou TF associado a cada conexão de dados no canal dedicado; e
- ocupação dos meios de armazenagem temporária da camada RLC (Controle de Enlace Rádio) em termos de quantidade de bytes ainda a serem transmitidos.

[00051] O padrão, como pode ser aprendido na especificação 3GPP-25.322 Grupo de Especificação Técnica de Rede de Acesso Rádio; especificação de protocolo de Controle de Enlace Rádio (RLC) (Emissão 1999) provê, como protocolos de acesso terminados na RNC de serviço, para canais DCH, as seguintes camadas:

- L1 (física),
- MAC (Controle de Acesso de Meio),
- RLC (Controle de Enlace Radio), e
- RRC (Controle de Recurso Rádio), somente plano de controle.

[00052] O exemplo de arquitetura RRM ilustrado aqui, emprega os protocolos providos pelo padrão para implementar suas estratégias.

[00053] Os primeiros três tipos de informação são então diretamente

disponíveis dentro da RNC de Serviço; por outro lado, com vistas ao conhecimento da quantidade a ser transmitida através de um inter trabalho apropriado entre RLC, MAC e RRC, os valores de ocupação dos meios de armazenagem temporária da camada RLC (ocupação do meio de armazenagem temporária) pode ser tornada disponível para o nível MAC e daí (através de inter trabalho entre as duas camadas) para a camada RRC na qual a parte decisória do procedimento de programação reside.

[00054] As etapas principais do procedimento descrito aqui são essencialmente três:

- Estimar a capacidade residual;
- Determinar prioridades;
- Designar recursos.

[00055] O procedimento reside, em termos de cálculo de capacidade residual e determinação de prioridade (primeiros dois itens) na camada RRC no RRM de Serviço.

[00056] Como será explicado posteriormente, a designação de recurso avalia a taxa a ser designada a cada usuário e conseqüentemente, designa o formato de transporte, isto é, quantos blocos de transporte retirar do meio de armazenagem temporária em cada intervalo de transmissão ou TTI. Esta função sempre reside no RRM de Serviço.

[00057] O módulo PS procura, entre seus vários objetivos, o de otimização de uso de recursos, assegurando um uso eficiente da capacidade completa da célula. O módulo PS precisa ser capaz, através do conhecimento das características dos serviços suportados na célula e do número de usuários ativos, calcular a capacidade residual deixada disponível pelos serviços em tempo real, as quais é designada a prioridade máxima, capacidade residual deixada disponível pela comutação de pacote.

[00058] Para estimar a capacidade residual anteriormente citada, várias soluções da técnica anterior podem ser empregadas. Tudo isto levando em

conta que, quanto mais precisa a citada estimativa, melhores serão os resultados alcançados ao alocar a capacidade residual.

[00059] A título de exemplo, a citada capacidade residual pode ser determinada notando que, para um dado serviço a ser suportado corretamente, a seguinte relação precisa ser satisfeita.

$$\left[\frac{E_b}{N_0} \right]_{j,k} = \frac{W}{r_{j,k}} \frac{P_{j,k} h_{j,k}}{I_{int,k} + I_{ext,k} + \eta_0 W} \geq \gamma_j, j = 1 \dots N$$

onde:

⇒ W é a taxa de “chip”, por exemplo, igual a 3,84 Mchip/s;

⇒ $P_{j,k}$ é a potência alocada para cada usuário individual j na célula k;

⇒ $r_{j,k}$ é a taxa de bit do usuário j na célula k;

⇒ $I_{int,k}$ é a interferência intra célula da célula k;

⇒ $I_{ext,k}$ é a interferência inter célula;

⇒ η_0 é a densidade espectral de ruído térmico;

⇒ γ_j é $L'E_b/N_0$ alvo para suportar o serviço requisitado pelo usuário j;

⇒ $h_{j,k}$ é a perda de percurso.

[00060] Uma vez que a técnica de programação ilustrada aqui focaliza na transmissão pelo percurso de enlace inferior, a descrição que se segue focalizará no citado percurso.

[00061] A carga de enlace inferior da célula pode ser expressa como:

$$\eta_{DL} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{1 + \frac{I}{r_{j,k} \gamma_i}} ((1 - \alpha) + f_i)$$

onde f é a relação entre interferência inter célula e interferência intra célula, medida no receptor de cada equipamento de usuário ou UE, e α_i é o fator de ortogonalidade, um parâmetro que leva em conta a perfeita ortogonalidade entre os códigos designados aos N usuários.

[00062] A fórmula pode ser simplificada considerando um valor médio

de α_i e de f :

$$\overline{\eta_{DL}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{1 + \frac{W}{r_{j,k} \gamma_i}} \left((1 - \overline{\alpha}) + \overline{f} \right)$$

[00063] O módulo PS é organizado e atua de acordo com uma estrutura de tempo discreta, com base no tempo de programação T_s . O tempo T_s regula a repetição de todos os cálculos e ações do procedimento.

[00064] O procedimento calcula, para cada instante de programação T_s , a capacidade que pode ser usada para os serviços de pacote.

[00065] A carga máxima é um limiar determinado pelo operador e define a capacidade de enlace inferior máxima $\eta_{DL,max}$ no estado de operação normal:

$$C_{res} = \left[\eta \sum_{i=1}^{N_{GR}} \frac{1}{1 + \frac{W}{r_{j,k} \gamma_i}} \left((1 - \overline{\alpha}) + \overline{f} \right) \right]$$

[00066] Para cada novo usuário que requisita um serviço de pacote, um respectivo meio de armazenagem temporária é localizado para transmissão de pacote na camada RLC. O modo PS atua com base nas características do meio de armazenagem temporária de cada usuário.

[00067] É suposto que a função AC permite a entrada no sistema de usuários de pacote interativo ou de segundo plano, avaliando exclusivamente o que eles podem transmitir na taxa mínima prescrita de acordo com o conjunto de formatos de transporte (8 Kbit/s) e não considerando ao invés disso a taxa de pico negociada com a rede. Não é necessário evitar que tais usuários entrem no sistema; o módulo PS assegurará que eles transmitam sem congestionar a interface rádio, verificando e ajustando a taxa da conexão dedicada em uma base caso a caso, no sentido de não exceder os limites impostos pelas características da transmissão do caminho de enlace inferior, limites que foram listados acima.

[00068] Neste ponto, ajustando o valor da capacidade limite, isto é, da capacidade residual que a estação base pode oferecer, com base nos

parâmetros listados no início do parágrafo, é possível saber qual porção do recurso pode ser alocada a usuários de pacote.

[00069] Ao designar recursos, uma primeira distinção feita pelo módulo PS - em um primeiro nível ou critério de prioridade implícito - é aquele entre:

- usuários de tempo real (RT): estes requerem serviços conversacionais ou de fluxo (serviços ou usuários de “pacote RT”);
- usuários não em tempo real (NRT): estes requerem serviços interativos ou de segundo plano (serviços ou usuários de “pacote NRT”).

[00070] Com referência à Figura 2, é aparente que o módulo PS tenta adaptar a transmissão de usuários de pacote às variações dinâmicas da capacidade residual disponível.

[00071] Obviamente, isto pode ter lugar com uma temporização discreta. Os cálculos são repetidos em cada etapa, chamada T_s , que representa o tempo decorrido entre uma aplicação do procedimento e o subsequente. É portanto presumido, com um razoável grau de aproximação, se um valor correto é escolhido para o parâmetro T_s , que a carga RT não muda entre uma etapa e a subsequente. Quando menor T_s , mais dinâmica e adaptativa será a aplicação da programação ao sistema.

[00072] O cálculo de prioridades, que consiste de selecionar a ordem em que as filas contendo os pacotes de usuário serão visitadas, é baseado essencialmente em três critérios:

- a) um critério de prioridade de primeiro nível, conectado, conforme estabelecido, a pertencer às classes “pacote RT” ou “pacote NRT”: daí, esta é uma prioridade implícita, conectada à natureza da informação conduzida pelos pacotes;
- b) dois critérios de prioridade de segundo nível, relacionados à dinâmica de operação do sistema, conectados respectivamente:
 - b1) à ocupação dos meios de armazenagem temporária da

camada RLC, e

- b2) às condições de propagação do canal.

[00073] Os critérios acima são aplicados observando primeiramente a inclusão nas duas classes de serviço.

[00074] Na realização correntemente preferida da invenção, é feita uma distinção adicional entre aqueles que pertencem à mesma classe de serviço de acordo com a maior ocupação dos meios de armazenagem temporária, isto é, causando a seleção ou extração, entre os usuários com a mesma prioridade de primeiro nível, do usuário que possui a ocupação de meio de armazenagem temporária mais alta.

[00075] Para ocupação de meio de armazenagem temporária igual, o usuário que demonstram as melhores condições de propagação de canal é extraído à vista da transmissão.

[00076] Naturalmente, pelo menos sob condições particulares de uso, os critérios de prioridade de segundo nível descritos acima podem ser aplicados de modo complementar, ou trocando um pelo outro.

[00077] Neste caso, observando ainda em primeiro lugar a inclusão nas duas classes de serviço, é feita uma distinção entre aqueles pertencendo à mesma classe de serviço de acordo com as condições de propagação do canal. Entre usuários com a mesma prioridade de primeiro nível, o usuário demonstrando as melhores condições de propagação de canal é então selecionado ou extraído.

[00078] Para condições de propagação de canal iguais, o usuário com a maior ocupação de meio de armazenagem temporária é extraído, à vista da transmissão.

[00079] A ocupação do meio de armazenagem temporária na camada RLC pode ser facilmente determinada avaliando, por exemplo, o número de bytes presentes no meio de armazenagem temporária.

[00080] Condições de propagação de canal podem, ao invés disso, ser

determinadas em termos da relação sinal/interferência (SIR), por exemplo, como uma função parte de uma medição (SIR_Error) definida como a diferença entre o valor medido (SIR_{medido}) e o valor alvo (SIR_{alvo}) da relação sinal/interferência.

[00081] Figura 3 mostra um exemplo de como a ordem de visitação de fila é calculada.

[00082] Após assegurar que a capacidade residual é explorada da melhor maneira possível, no sentido de alocar toda a potência disponível à estação base, e determinar a ordem de visitação das filas que obtém os pacotes de dados, o procedimento precisa aplicar sua política de alocação de recursos, isto é precisa decidir quanto a alocar a capacidade disponível de uma maneira otimizada, maximizar a velocidade de transferência de dados total e minimizar o retardo de usuário.

[00083] Na prática, após efetuar seu cálculo de como subdividir a capacidade entre os usuários de dados, o módulo de programação de pacote calcula o formato de transporte máximo TF empregável para o usuário particular e o comunica via conjunto de formato de transporte ou TFS à camada MAC, que usará esta informação na seleção do formato de transporte para cada TTI. Ainda mais, se isto se torna necessário, a transmissão pode ser suspensão ou retomada através do procedimento de suspender e retomar, respectivamente.

[00084] O procedimento tenta designar ao usuário de prioridade mais alta o formato de transporte correspondente à taxa de pico negociada. Se isto falha, tenta alocar o formato imediatamente inferior, continuando com suas tentativas, até que a taxa alocada caia dentro da quantidade de capacidade disponível.

[00085] Na maioria dos casos, pode ocorrer que, após permitir que o usuário de prioridade superior transmita com a taxa máxima, alguma capacidade ainda esteja disponível na célula. Uma vez que a tarefa primária

do modo PS é otimizar a transmissão de dados, evitando o gasto de capacidade, o procedimento implementado para o usuário de prioridade superior é repetido, para o próximo usuário de prioridade mais alta, até que não haja mais recursos ou usuários ativos.

[00086] Figura 4 mostra o diagrama que descreve os estados caracterizando a transmissão de enlace inferior para um terminal móvel.

[00087] A estação base - relativa à conexão de dados daquele terminal móvel dado - está no estado Inativo (100) até que o meio de armazenagem temporária relacionado inicie o preenchimento com pacotes.

[00088] A mudança de estado, de “Inativo” para “Dados a Serem Transmitidos” (102) tem lugar quando a necessidade de configuração de um canal rádio para o usuário é verificada, uma vez que o meio de armazenagem temporária tenha iniciado o preenchimento com pacotes. É importante que o sistema reaja rapidamente às mudanças que ocorrem, para evitar o acúmulo de retardo excessivo no meio de armazenagem temporária.

[00089] A permanência neste estado está conectada à disponibilidade de recursos. Em cada etapa de programação T_s , a avaliação é feita quanto ao canal de dados poder ser designado à estação móvel em questão; se a capacidade disponível para a célula é suficiente, um Suporte de Acesso Rádio (RAB) é configurado, assim é criado um enlace rádio entre a BS e a estação móvel, e a Transmissão de Dados pode começar. A permanência neste estado (104) continua enquanto há recursos para alocar à estação móvel.

[00090] Quando os recursos não estão mais disponíveis, o procedimento não solicita que o enlace rádio seja interrompido, mas pode requerer, por exemplo, um procedimento prescrito pelo padrão: Suspensão-CRLC (RLC de Controle).

[00091] A estação móvel estará então em um estado suspenso (106): daí, esta minimizará sua ocupação dos recursos de interface rádio, minimizando correspondentemente a interferência, mas sua conexão permanecerá

aguardando a camada RLC.

[00092] No estado suspenso, a entidade RLC não envia mais ao nível MAC fundamental - o recebe na direção oposta - quaisquer PDU (Unidades de Dados de Protocolo) com um número de seqüência mais alto do que aquele indicado pelo suspenso primitivo. Uma vez que o primitivo retomado é chamado novamente, o nível RLC recomeçará transmitindo as PDU do ponto em que foram suspensas.

[00093] O módulo TCTS monitora o meio de armazenagem temporária de transmissão de cada conexão de pacote individual para entender se o tipo de canal de transporte alocado para suportar um certo serviço é o correto ou não.

[00094] Em geral, um serviço de pacote pode ser suportado em:

- um canal compartilhado (Canal de Acesso Randômico ou RACH ou ainda Canal de Acesso de Envio ou FACH), quando o serviço requer a transmissão de pequenos pacotes e com frequência baixa (um exemplo típico é representado pela transmissão de mensagem SMS); ou

- um canal dedicado ou DCH quando as demandas de serviço em termos de taxa de bit requerida mínima são altas: por exemplo, este é o caso de serviços de navegação em rede rápida e de serviços em tempo real.

[00095] Durante a operação normal da rede, pode surgir a necessidade de adaptar as características de transmissão dinamicamente às mudanças impostas, por exemplo, modificando o tipo de canal de transporte usado.

[00096] Ocasionar tal tipo de comutação de canal são, por exemplo:

- renegociação do serviço, tanto em enlace superior como em enlace inferior,

- o módulo de controle de congestionamento CC ordena a comutação de todos os canais de melhor esforço a partir do canal dedicado, para compartilhar canal, no sentido de solucionar a situação de

congestionamento, e

- condições de propagação particulares.

[00097] A renegociação de serviço é o caso típico requerendo uma comutação de tipo de canal de transporte.

[00098] Por exemplo, é suposto que um usuário requisita um serviço de navegação em rede rápida e então, durante a operação normal, continua sua sessão simplesmente enviando mensagens SMS. Neste caso, as demandas de taxa de bit no canal rádio são substancialmente reduzidas, impondo deste modo comutação de canal de transporte.

[00099] Para verificar quando tal situação surge, os meios de armazenagem temporária de transmissão de enlace superior e enlace inferior são monitorados como uma função de limiares específicos aplicados aos citados meios de armazenagem temporária.

[000100] Quando o volume de tráfego cresce, alcançando um certo limiar T1, ocorre um evento (4A) que é relatado ao RNC de serviço.

[000101] Se um evento desta espécie, mostrado esquematicamente na Figura 5, surge no nível de enlace superior ou no nível de enlace inferior, uma comutação do canal compartilhado para o canal dedicado pode ser solicitada.

[000102] Se, ao contrário, o volume de tráfego cair abaixo de um limiar de referência T2, um evento 4B tem lugar, o qual é também relatado ao RNC de serviço.

[000103] Esta situação é representada na Figura 6. Se o citado evento ocorre no nível do enlace superior ou no nível do enlace inferior, pode ser produzida uma comutação do canal dedicado para o canal compartilhado.

[000104] Naturalmente, quando ocorre uma comutação do canal compartilhado para o canal dedicado, uma nova etapa de acesso é requerida juntamente com a alocação do canal dedicado.

[000105] Neste caso, o comportamento corresponde ao comportamento típico do módulo de controle de acesso AC e do módulo de Gerenciamento de

Suporte de Acesso Rádio ou RABM. Daí, há uma dependência estrita do estado da rede e carga.

[000106] Na solução aqui ilustrada, o nível de limiar que determina a comutação do canal compartilhado para o canal dedicado e/ou vice-versa, pode ser verificado ao longo do tempo. Este fato é destacado nas Figuras 5 e 6, onde níveis de limiar diferentes T1 e T2 são mostrados.

[000107] A variação do nível de limiar em questão pode ter lugar de acordo com os parâmetros de tráfego, tais como, por exemplo, estado da rede (normal - condições de alarme) ou condições do canal.

[000108] Por exemplo, quando a carga (no estado de operação normal) é reduzida, é possível encorajar o uso do canal dedicado (DCH) assegurando melhor desempenho do ponto de vista da qualidade de serviço, uma vez que não surgem situações críticas do ponto de vista de interferência.

[000109] Ao contrário, quando a rede opera no estado de operação de alarme, o limiar é ajustado dinamicamente para tornar mais difícil comutar para o canal dedicado. No final, quando a rede tem que operar em um estado próximo de congestionado, o limiar é modificado adicionalmente, de tal modo que a comutação para o canal dedicado é praticamente proibida.

[000110] De um modo particularmente preferido, é possível operar de tal modo que a comutação do canal dedicado para o canal compartilhado tem lugar mesmo quando as condições de propagação são muito pobres, e então a taxa de bit pode ser reduzida, por exemplo, abaixo de 16 Kbps.

[000111] É deste modo possível reduzir a conexão quando o evento designado como 4A ou o evento designado como 4B tem lugar, ou ao alcançar um limiar (que pode ser ajustado pelo operador) que indica a qualidade pobre do enlace rádio.

[000112] Para esta finalidade, pode-se, por exemplo, usar a medição (SIR_Error) definida como a diferença entre o valor medido (SIR_{medido}) e o valor alvo (SIR_{alvo}) da relação sinal/interferência ou SIR.

[000113] Naturalmente, sem alterar o princípio da invenção, os detalhes de construção e as realizações podem ser amplamente variados em relação ao que é descrito e ilustrado aqui, sem deste modo se afastar do escopo da invenção. Nesta perspectiva, deveria ser considerado mais uma vez que, embora para simplicidade de ilustração da presente invenção seja feita referência praticamente constante à possível aplicação da invenção para um contexto UMTS, o escopo da invenção é realmente geral e daí não limitado ao citado contexto específico de aplicação.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para gerenciar a transmissão de pacotes de informação em canais de uma rede de telecomunicações, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

- arranjar os citados pacotes em filas de usuário recebidas nos respectivos meios de armazenagem temporária, medindo o nível de ocupação dos citados meios de armazenagem temporária,

- classificar os citados usuários em respectivas classes de tempo real e não em tempo real (RT, NRT) identificadas pelos modos de serviços requeridos pelos citados usuários,

- medir as condições de propagação no canal de transmissão respectivamente associado aos citados usuários,

o método caracterizado pelo fato de que compreende ainda a etapa de:

- determinar a prioridade na transmissão dos citados pacotes, escolhendo a ordem na qual as citadas filas respectivas são visitadas, como uma função de:

- primeiramente, uma prioridade de primeiro nível, conectada aos citados usuários pertencerem às citadas classes respectivas (RT, NRT),

- secundamente, uma prioridade de segundo nível conectada tanto ao nível de ocupação do respectivo meio de armazenagem temporária quanto às condições de propagação do citado respectivo canal.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, entre os usuários com o mesmo primeiro nível de prioridade, o usuário com a ocupação de meio de armazenagem temporária mais alta e demonstrando as melhores condições de propagação de canal é escolhido.

3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que, este compreende a etapa de dividir os citados usuários em:

- pelo menos uma primeira classe de tempo real (RT), compreendendo usuários que requerem serviços conversacionais ou de fluxo, e

- pelo menos uma segunda classe de não em tempo real (NRT), compreendendo usuários que requerem serviços interativos ou de segundo plano.

4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

- determinar a capacidade de transmissão disponível para a transmissão dos citados pacotes, identificando um valor de taxa de transmissão de pico negociado,

- tentar designar ao usuário de prioridade mais alta o formato de transporte correspondente à citada taxa de pico, transmitindo os pacotes enfileirados relacionados no caso de resultado positivo da citada designação,

- em caso de resultado negativo da citada designação, tentar alocar ao citado usuário de prioridade mais alta, o próxima formato de transporte mais alto, citadas tentativas com formato mais baixo sendo continuadas até que a taxa alocada caia dentro da capacidade disponível.

5. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que compreende, após transmitir os pacotes de informação associados ao citado usuário de prioridade mais alta, a etapa de detectar qualquer capacidade de transmissão residual disponível, e a etapa de repetir as etapas prévias para o citado usuário de prioridade mais alta, para o usuário com a próxima prioridade mais alta, até que não existam mais os citados recursos de transmissão ou usuários ativos.

6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que é aplicado a uma rede de transmissão organizada em células respectivas, nas quais os citados recursos de transmissão são compartilhados com serviços em tempo real aos quais é dada

prioridade superior, o método compreendendo ainda a etapa de estimar a capacidade residual da respectiva célula, deixada livre pelos citados serviços em tempo real disponíveis para a transmissão dos citados pacotes de informação.

7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que este compreende uma função de controle de acesso (AC) configurada para permitir a entrada no sistema de usuários com pacotes de informação a serem transmitidos; o acesso sendo conduzido, pelo menos para alguns (NRT) dos citados usuários, avaliando exclusivamente a possibilidade dos citados usuários transmitirem seus pacotes de informação com a taxa mínima prescrita pelo conjunto de formatos de transporte da rede.

8. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 7, caracterizado pelo fato de que é provida uma função de programação de pacote (PS), configurada para verificar que pelo menos alguns (NRT) dos citados usuários transmitem sem congestionar a interface rádio, controlando e ajustando, em uma base caso a caso, a taxa da respectiva conexão dedicada, no sentido de não exceder um dado limite imposto pelas características da citada rede.

9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que este compreende a etapa de organizar a transmissão dos citados pacotes de informação, por meio de uma máquina de estado que permite:

- um primeiro estado (102) correspondendo ao reconhecimento do fato de que os pacotes de informação estão presentes em pelo menos um dos citados meios de armazenagem temporária,

- um segundo estado (104) correspondendo à transmissão dos citados pacotes de informação por meio dos recursos de transmissão correspondentes, e

- um estado suspenso (106) correspondendo ao reconhecimento da indisponibilidade de recursos para transmissão dos citados

pacotes de informação com a conservação do citado canal de transmissão, a citada máquina de estado sendo capaz de evoluir, novamente, do citado terceiro estado (106) para o citado segundo estado, sem interromper o citado canal de transmissão, quando os citados recursos de transmissão se tornam novamente disponíveis.

10. Sistema para gerenciar a transmissão de pacotes de informação em canais de uma rede de telecomunicações, o sistema compreendendo:

- uma pluralidade de meios de armazenagem temporária respectivos configurados para receber os citados pacotes em filas de usuários; os citados usuários sendo classificados em classes respectivas de tempo real e não em tempo real (RT, NRT) identificadas pelos modos de serviço requeridos pelos citados usuários,

- módulos detectores (CM, DM) capazes de medir as condições de propagação no canal de transmissão, associadas respectivamente aos citados usuários,

o sistema caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

- módulo para gerenciar a programação de pacotes (PS) configurado para determinar a prioridade na transmissão dos citados pacotes, escolhendo a ordem na qual os citados respectivos enfileiramentos são visitados como uma função de:

- primeiramente, uma prioridade de primeiro nível conectada aos citados usuários pertencerem às citadas classes respectivas (RT, NRT),

- secundamente, uma prioridade de segundo nível conectada tanto ao nível de ocupação do respectivo meio de armazenagem temporária quanto às condições de propagação do citado respectivo canal.

11. Sistema de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o citado módulo para gerenciar programação de pacote (PS) é

configurado para escolher, entre os usuários com a mesma prioridade de primeiro nível, o usuário que possui a ocupação de meio de armazenagem temporária mais alta e que demonstra as melhores condições de propagação de canal.

12. Sistema de acordo com a reivindicação 10 ou 11, caracterizado pelo fato de que o citado módulo para gerenciar programação de pacote (PS) é configurado para:

- determinar a capacidade de transmissão disponível para a transmissão dos citados pacotes, identificando um valor de taxa de transmissão de pico de negociação,

- tentar designar ao usuário de prioridade mais alta o formato de transporte correspondente à citada taxa de pico, transmitindo os pacotes enfileirados relacionados no caso de resultado positivo da citada designação,

- em caso de resultado negativo da citada designação, tentar alocar ao citado usuário de prioridade mais alta o próximo formato de transporte mais alto, citadas tentativas com formato mais baixo sendo continuadas até que a taxa alocada caia dentro da capacidade disponível.

13. Sistema de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que, o citado módulo para gerenciar programação de pacotes (PS) é configurado para detectar, após transmitir os pacotes de informação associados ao citado usuário de prioridade mais alta, qualquer capacidade de transmissão residual disponível, e repetir as operações realizadas para o citado usuário de prioridade mais alta, até que não existam mais os citados recursos de transmissão ou usuários ativos.

14. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 13, caracterizado pelo fato de que é associado a uma rede de transmissão organizada em células respectivas, possuindo uma capacidade de transmissão determinada compartilhada com serviços em tempo real aos quais é dada prioridade mais alta, em que o citado módulo para gerenciar programação de

pacotes (PS) é configurado para estimar a capacidade residual da respectiva célula, deixada livre pelos citados serviços em tempo real disponíveis para a transmissão dos citados pacotes de informação.

15. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 14, caracterizado pelo fato de que compreende um módulo de controle de acesso (AC) configurado para permitir que usuários com pacotes de informação a serem transmitidos entrem no sistema; o acesso sendo conduzido, pelo menos para alguns (NRT) dos citados usuários, avaliando exclusivamente a possibilidade dos citados usuários transmitirem seus pacotes de informação com a taxa mínima prescrita pelo conjunto de formatos de transporte da rede.

16. Sistema de acordo com a reivindicação 10 ou 15, caracterizado pelo fato de que o citado módulo para gerenciar programação de pacotes (PS) é configurado para verificar que pelo menos alguns (NRT) dos citados usuários transmitem sem congestionar a interface rádio, controlando e ajustando, em uma base caso a caso, a taxa da respectiva conexão dedicada, no sentido de não exceder um dado limite imposto pelas características da citada rede.

17. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 16, caracterizado pelo fato de que este compreende uma máquina de estado que permite:

- um primeiro estado (102) correspondendo ao reconhecimento do fato de que os pacotes de informação estão presentes em pelo menos um dos citados meios de armazenagem temporária,

- um segundo estado (104) correspondendo à transmissão dos citados pacotes de informação por meio dos recursos de transmissão correspondentes, e

- um estado suspenso (106) correspondendo ao reconhecimento da indisponibilidade de recursos para transmissão dos citados

pacotes de informação com a conservação do citado canal de transmissão, a citada máquina de estado sendo capaz de evoluir, novamente, do citado terceiro estado (106) para o citado segundo estado (104) sem interromper o citado canal de transmissão, quando os citados recursos de transmissão se tornam novamente disponíveis.

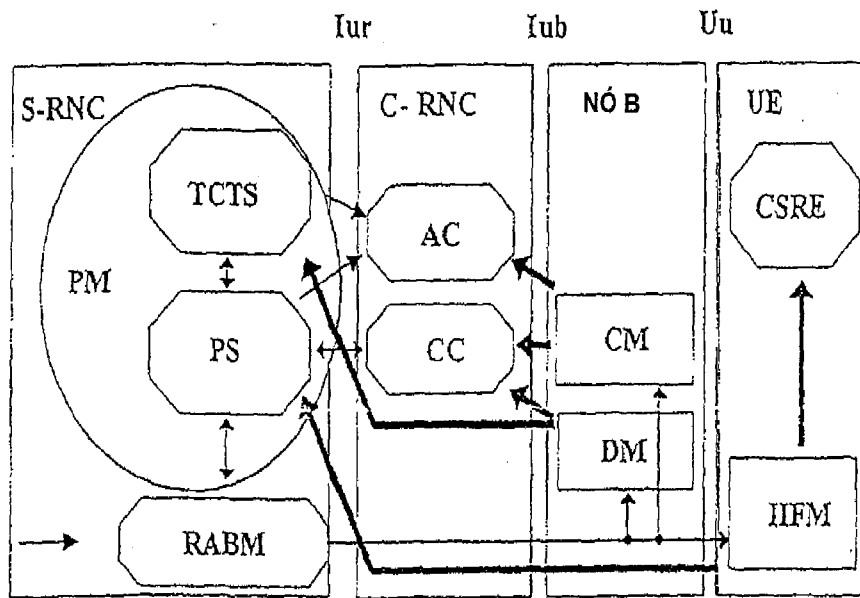


Fig. 1

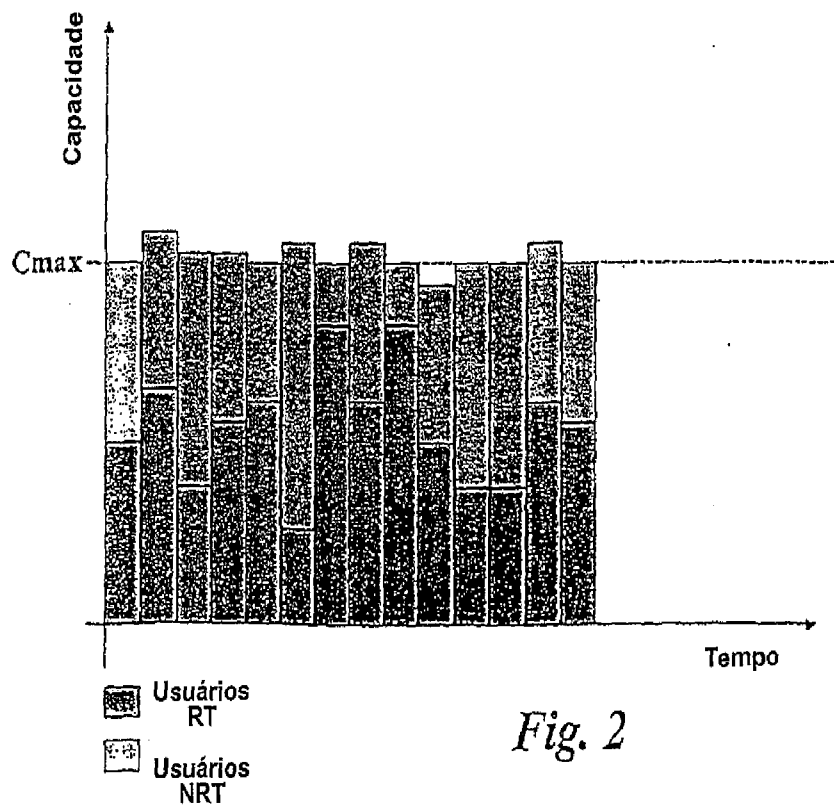


Fig. 2

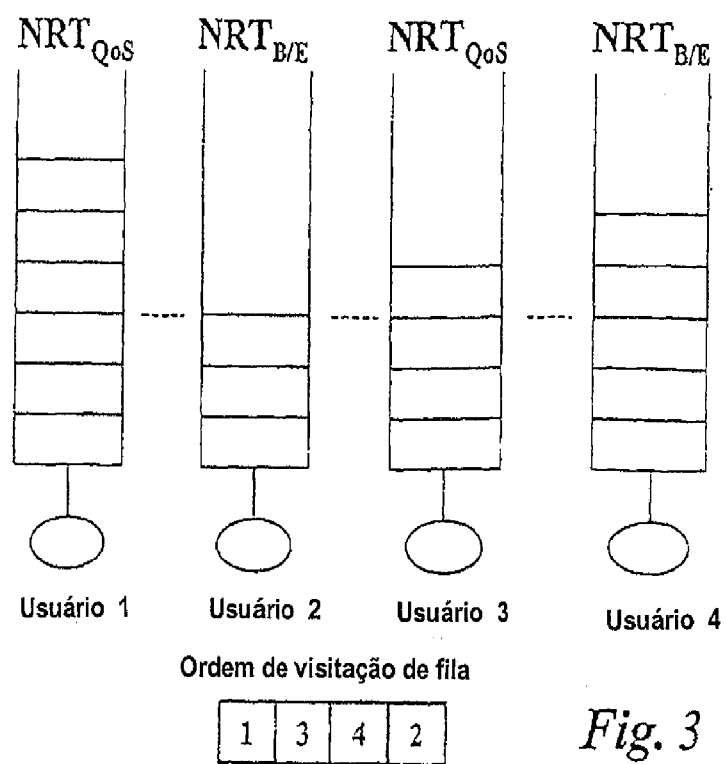


Fig. 3

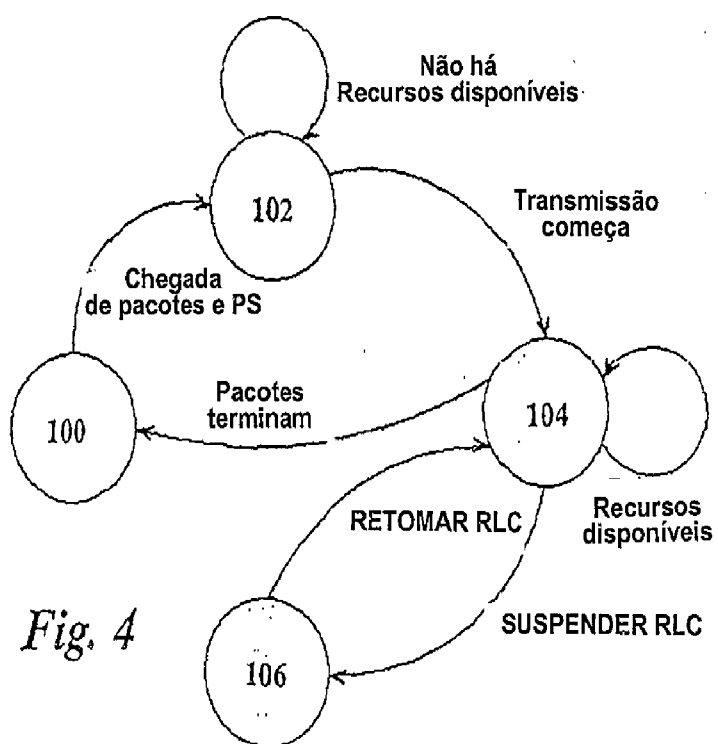
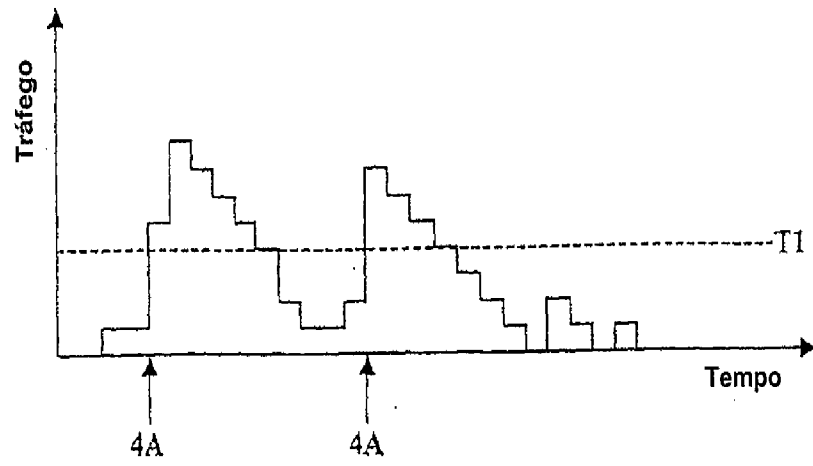
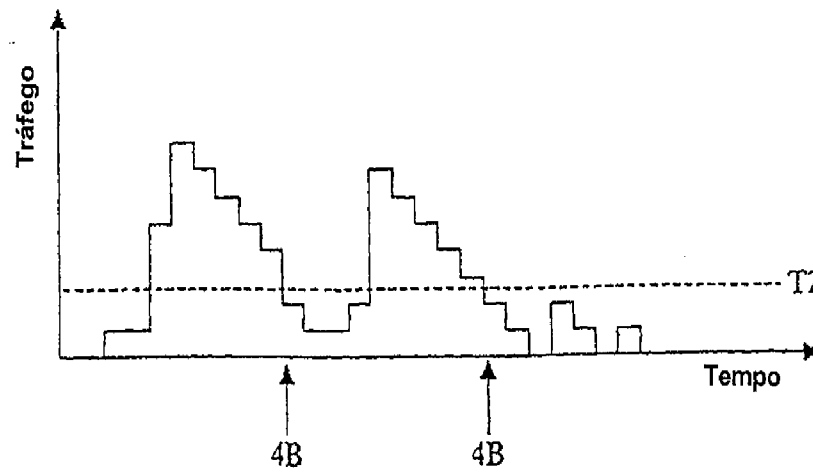


Fig. 4

*Fig. 5**Fig. 6*

RESUMO

“MÉTODO E SISTEMA PARA GERENCIAR A TRANSMISSÃO DE PACOTES DE INFORMAÇÃO EM CANAIS DE UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES”

Para gerenciar a transmissão de pacotes de informação em canais de uma rede de telecomunicações, os pacotes são organizados em filas de usuário recebidas nos respectivos meios de armazenagem temporária, medindo o nível de ocupação dos meios de armazenagem temporária. Os usuários são classificados em respectivas classes (RT, NRT) identificados pelo modo de serviço requisitado. Após determinar as condições de propagação no canal de transmissão respectivamente associado aos citados usuários, a prioridade na transmissão dos pacotes é determinada, escolhendo a ordem na qual as respectivas filas são visitadas, como uma função de: - uma prioridade de primeiro nível, conectada aos citados usuários pertencerem às classes respectivas (RT, NRT), - uma prioridade de segundo nível conectada a pelo menos um parâmetro escolhido entre o nível de ocupação do respectivo meio de armazenagem temporária e as condições de propagação do respectivo canal.