



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

(11) PI 0208451-1 B1

(22) Data do Depósito: 26/03/2002

(45) Data de Concessão: 07/02/2017



(54) Título: MÉTODO PARA AVALIAR AS CARACTERÍSTICAS DE UMA REDE PARA APARELHOS DE TELECOMUNICAÇÕES MÓVEIS

(51) Int.Cl.: H04W 16/18; H04M 3/00; H04M 3/36; H04W 16/22

(30) Prioridade Unionista: 30/03/2001 IT TO2001A000297

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

(72) Inventor(es): CHIARA LEPSCHY; DANIELA MINERVINI; FRANCESCA PASCALI; GIUSEPPE MINERVA

MÉTODO PARA AVALIAR AS CARACTERÍSTICAS DE UMA REDE PARA APARELHOS DE TELECOMUNICAÇÕES MÓVEIS

CAMPO TÉCNICO

[001] Esta invenção refere-se a um método para avaliar as características de uma rede para aparelhos de telecomunicações móveis com base nos parâmetros como o número de recursos de rádio (estações base) disponíveis e a quantidade de tráfego de telefonia a ela oferecidos.

[002] Em particular, esta invenção considera um método para a avaliação das características em termos de dimensionamento e desempenho de estações base de uma rede do tipo GSM-GPRS (Sistema Global para Comunicações Móveis - Serviço de Rádio de Pacote Geral em redes móveis) que, como é conhecido, utiliza uma interface de rádio híbrida com base no Acesso Múltiplo de Divisão por Frequência (FDMA) e Acesso Múltiplo de Divisão por Tempo (TDMA), e que torna possível gerenciar tanto as chamadas de voz como as chamadas de dados.

[003] O método portanto concerne a avaliação do dimensionamento correto e o desempenho dos recursos de rádio com base no número e duração das chamadas de telefonia de voz (tráfego de voz) e o número e volume da informação a transmitir em chamadas de dados (tráfego de dados) e da prioridade atribuída às chamadas de tráfego de voz comparado àquela do tráfego de dados.

HISTÓRICO DA TECNOLOGIA

[004] Aparelhos de redes para telecomunicações móveis são conhecidos.

[005] Essas redes são geralmente descritas como celulares e elas são distinguidas por uma pluralidade de

células, cada uma definida como o grupo de pontos territoriais servidos pelo sinal rádio-elétrico irradiado por uma antena (interface de rádio).

[006] Afora a mobilidade intrínseca dos usuários, a principal peculiaridade das redes de aparelhos móveis é a utilização da interface de rádio como porta de acesso à própria rede.

[007] Também é conhecido que as avaliações de dimensão e de desempenho das redes de telecomunicações ou sistemas em que o tráfego oferecido é composto apenas de tráfego de voz, são feitas utilizando um método cuja base é um modelo descrito como sendo do tipo M/M/N em que o primeiro M significa a distribuição exponencial das chamadas oferecidas pelo sistema, o segundo M significa a distribuição exponencial da duração das chamadas servidas e N corresponde ao número de linhas, canais telefônicos ou recursos disponíveis, tudo isto sendo expresso utilizando o que é conhecido como a fórmula "Erlang-B".

[008] Utilizando este método é possível determinar o dimensionamento e/ou desempenho em termos probabilísticos ou, em outras palavras, o nível de serviço $P(c)$ do sistema de telecomunicação examinado, nos períodos com o tráfego mais alto (hora de pico), por meio da fórmula:

$$P(c) = \frac{\frac{\rho^c}{c!}}{\sum_{i=0}^c \frac{\rho^i}{i!}}$$

em que:

$$\rho = \lambda / \alpha$$

e em que:

λ é o número de chamadas que chegam por unidade de tempo;
 α é o número de chamadas servidas por unidade de tempo;
 c é o número de linhas canais telefônicos ou recursos disponíveis.

[009] De acordo com o estado da tecnologia, portanto, $P(c)$ representa a porcentagem de chamadas recebidas (ou ofertas) não servidas (isto é, bloqueadas pelo sistema) durante o período de tráfego mais alto (hora de pico) e é calculado com base no tráfego telefônico oferecido e das linhas, canais telefônicos ou recursos disponíveis, naturalmente nas hipóteses comumente conhecidas e aceitas de que: o número de chamadas de voz recebidas tem uma distribuição Poisson com parâmetro λ , querendo dizer, de maneira intuitiva, que a distribuição do tempo entre o instante da chegada de uma chamada e o instante da chegada da próxima chamada (tempo entre recebimentos) é do tipo exponencial com parâmetro λ e, como consequência, não há rajadas de chamadas; o número de chamadas de voz servidas tem uma distribuição do tipo exponencial com o parâmetro α , querendo dizer, de maneira intuitiva, que a distribuição da duração das chamadas servidas pelo sistema é do tipo exponencial com o parâmetro α .

[0010] O método conhecido é indisputavelmente adequado para avaliar o dimensionamento e o desempenho de um sistema de telecomunicação do tipo descrito e, como consequência, de uma estação base (célula) de um sistema de telefonia móvel, como GSM, que gerencia apenas o tráfego de voz, como, neste caso, as hipóteses indicadas fornecem efetivamente uma boa aproximação da realidade.

[0011] Também é conhecido que a avaliação do

dimensionamento e do desempenho dos sistemas de telecomunicação com tráfego de voz caracterizado pela presença de "filas", por que há estações telefônicas, por exemplo, é realizada utilizando métodos na base dos quais há um modelo do tipo M/M/N/Q em que os primeiros três termos têm os significados já ilustrados acima e Q representa o número de chamadas que aguardam serviço que podem ser enfileirados no sistema. Em geral, esses métodos são caracterizados pelo fato de eles visualizarem um fator de "impaciência" do usuário com o parâmetro de frequência de chamadas caídas α .

[0012] Entretanto, os métodos conhecidos mencionados até agora não são adequados para gerenciar o tráfego de dados, e muito menos, para o tráfego misto de voz e de dados e, como consequência, não podem ser utilizados para avaliar o dimensionamento e o desempenho de estações base de rede, do tipo GSM-GPRS, por exemplo.

[0013] Como é conhecido, de fato, uma peculiaridade das redes de dados ou de voz e de dados, como as redes GSM-GPRS, consiste no fato de que redes deste tipo são adequadas para fornecerem uma multiplicidade de "serviços" como, por exemplo, telefonia de voz, FTP, correio eletrônico e acesso à Internet, e que cada um desses serviços tem, como regra, características diferentes tanto em termos de velocidade (número de bits por segundo) como do tráfego (volume a transmitir, simetria ou assimetria do serviço). Disso segue-se que o dimensionamento da célula do sistema precisa levar em conta conjuntamente as características de cada serviço e, em particular, da coexistência do serviço de voz tradicional e dos serviços

de dados suportados.

[0014] Um primeiro problema técnico vinculado à necessidade de suportar o tráfego de dados consiste no fato de que a velocidade de transmissão do tráfego de dados nesses tipos de rede e, mais em geral, nas redes de telefonia de dados fixas, não é constante com o tempo e depende grandemente do número de linhas, canais telefônicos ou recursos disponíveis em um instante dado.

[0015] No caso específico da rede GSM-GPRS, como é conhecido, o tráfego de dados para os vários tipos de serviço é gerenciado (servido) utilizando portadoras de rádio de frequência predefinida e, na estrutura de cada portadora de rádio (técnica de acesso FDMA), por um dado sulco (o canal lógico) entre aqueles periodicamente disponíveis na estrutura do quadro de tempo utilizado na interface de rádio (técnica de acesso TDMA). Neste contexto, se até um usuário solicitar uma transmissão de dados, um sulco inteiro do quadro de tempo GSM é designado ao próprio usuário e isto implica uma dada velocidade de transmissão, por exemplo, 9,05 kbit/s nominal, para a codificação de dados denominada CS-1, ou 13,4 kbit/s nominal para a codificação de dados denominada CS-2. Se, por outro lado, vários usuários solicitarem simultaneamente transmissão de dados, o sulco único é subdividido entre os próprios usuários, com a conseqüente queda na velocidade de transmissão que, portanto, será uma função do número de usuários ativos no sistema (célula) naquele momento; de uma maneira mais intuitiva, o usuário genérico observa uma velocidade de transmissão de dados líquida que varia com o tempo com base nas condições de carga no próprio sistema.

As características do fenômeno descrito são claramente diferentes daquelas típicas de uma transmissão apenas de voz simples para a qual, como é conhecido, o sulco de quadro de tempo GSM designado ao usuário é atribuído ao mesmo de uma maneira unívoca e exclusiva até o término da chamada telefônica.

[0016] Portanto, a utilização de um método que tem a fórmula Erlang-B como base, como encontrado no estado da técnica conhecido, verifica-se uma aproximação muito grosseira dos resultados e, de fato, traduz em uma avaliação muito aproximada do dimensionamento de uma rede de gerenciamento de dados, como, por exemplo, a rede GSM-GPRS.

[0017] Um segundo problema encontrado no estado da técnica conhecido, consiste no fato de que, apesar disso, como regra, o tráfego de dados não precisa ser servido imediatamente e pode, assim, ser enfileirado e, aparentemente, portanto, ser aproximado a um modelo M/M/N/Q em que este tráfego deixa a fila ou é servido (se um canal telefônico estiver liberado entrementes) ou porque caiu do sistema (o que é denominado de "impaciência" do cliente que modela a combinação terminal-célula aqui), tal modelo M/M/N/Q e método correspondente mais uma vez implica em uma aproximação grosseira dos resultados, pois ele não pretende gerenciar o tráfego com recursos que variam com o tempo.

[0018] Portanto, a utilização de um método que tem a fórmula Erlang-B como base, modificada para levar em conta o fato de que o tráfego de dados pode ser enfileirado, verifica-se ser uma aproximação bem grosseira dos resultados e, de fato, traduz em uma avaliação bem

aproximada do dimensionamento de uma rede de gerenciamento de dados e/ou de voz, como, por exemplo, a rede GSM-GPRS.

[0019] Um terceiro problema presente, em particular, no caso da coexistência do tráfego de voz e do tráfego de dados, reside no fato de que, como é conhecido, no grau em que a prioridade nesses casos é dada para o tráfego de voz com relação ao tráfego de dados (preempção) de tal modo a atribuir todos os recursos (ou, de qualquer modo, todos os recursos colocados em comum entre os dois tipos de serviços) para o primeiro tipo de tráfego em vez de para o segundo, ao qual, no máximo, uma capacidade mínima protegida da intrusão por chamadas de voz é reservada, neste caso também o estado da tecnologia conhecido até a data não leva em conta esta preempção e, portanto, ao avaliar o desempenho de uma rede mista de voz e de dados, ele substancialmente avalia o desempenho como se voz e dados não coexistissem e não houvesse preempção.

[0020] Emerge claramente dos problemas descritos até agora, que as metodologias conhecidas para avaliar o dimensionamento e desempenho das estações base de uma rede para aparelhos de telecomunicação móvel são inadequados para as exigências e são tais a levar a erros de avaliação grosseiros, por não levarem em conta as peculiaridades do tráfego de dados e/ou de voz e de dados.

REVELAÇÃO DA INVENÇÃO

[0021] O objeto desta invenção é a implementação de um método para avaliar o dimensionamento e o desempenho de estações base em uma rede para aparelhos de telecomunicação móvel que não tenha os limites descritos no estado da técnica conhecido e que, como consequência, leva em conta

os problemas específicos da transmissão de dados e/ou da coexistência do tráfego de voz e do tráfego de dados e que é, em particular, adequado para resolver os problemas das redes GSM-GPRS e que é, ao mesmo tempo, simples e fácil de aplicar.

[0022] Este objeto é atingido pelo método conforme descrito nas reivindicações.

DESCRIÇÃO SUCINTA DOS DESENHOS

[0023] Esse e os outros recursos desta invenção serão claros da descrição seguinte de uma forma preferida de versão, fornecida para fins de exemplo e não limitativos, com o auxílio dos desenhos anexos, em que:

[0024] A Figura 1 mostra um diagrama das entradas necessárias para aplicar o método para avaliar as características de uma estação base para aparelhos de telecomunicação móvel, de acordo com a invenção, e as saídas garantidas pelo próprio método.

[0025] A Figura 2 é um diagrama de fluxo do método de acordo com a invenção.

[0026] A Figura 3 é uma descrição de um estado possível de uma célula do tipo GSM-GPRS (em termo da frequência de nascimentos e mortes de chamadas de dados que provocam a saída do próprio estado) quando o número de usuários para o tráfego de dados (usuários GPRS) no sistema não é mais alto que o máximo permitido e quando o número de usuários de GPRS, presentes na célula, é tal a não exigir que uma parte das chamadas sejam colocadas na fila.

MELHOR MODO PARA EFETUAR A INVENÇÃO

[0027] Com referência à Figura 1, um método 10 para avaliar as características em termos de dimensionamento e

desempenho de uma rede de telecomunicação móvel, por exemplo, uma rede de telecomunicação móvel GSM-GPRS, prevê um conjunto de entradas compostas, em detalhe, do desempenho exigido para o tráfego de voz (perda de voz) 20, do desempenho exigido para o tráfego de dados (perda de dados ou produtividade do usuário) 30, de descrições do tráfego de voz oferecido (Erlang) 40 e de descrições do tráfego de dados oferecido (tráfego GPRS) 50 composto da frequência de chegada das chamadas de dados e o comprimento médio da mensagem individual.

[0028] O método 10, de acordo com a invenção, é adequado para suprir tanto um dimensionamento ótimo 60 da célula GSM-GPRS (número de portadoras de rádio) dado o desempenho exigido 20 e 30, e o desempenho oferecido 40 e 50, e o desempenho efetivo da própria célula dadas as entradas 20, 30, 40 e 50.

[0029] Em particular, do ponto de vista operativo, o método 10 para avaliar o dimensionamento e o desempenho de uma estação base em uma rede de telecomunicação móvel adequada para gerenciar voz e dados, uma rede GSM-GPRS por exemplo, compreende um conjunto de estágios que podem ser agrupados em seis blocos lógicos fundamentais.

[0030] O primeiro bloco 10000 (Figura 2), de tipo conhecido, adequado para avaliar o número de canais de tráfego (sulcos) necessários (etapa 150) com base no tráfego de voz a lidar ou Erlang 40 oferecido à célula (etapa 100) e sob a restrição de garantir uma perda de voz não superior a perda de voz 20 exigida para apenas voz (etapa 200).

[0031] Um segundo bloco 20000, de tipo conhecido, adequado para avaliar o número mínimo de portadoras de rádio a alocar na célula (etapa 250), com base no número de canais de sinalização necessários (etapa 300), deduzível, de uma maneira conhecida, do número de canais calculados na etapa 150 do primeiro bloco 10000, e com base no número de canais (etapa 400) estaticamente reservado apenas para o tráfego de dados (50).

[0032] Um terceiro bloco 30000, como será descrito em maior detalhe abaixo, adequado para avaliar o desempenho do tráfego de dados na seção entre o terminal móvel e a estação base (etapa 550), com base no número de portadoras de rádio disponíveis obtido com a etapa 350 do segundo bloco 20000, para as características de tráfego de dados oferecidas em termos de frequência de chegada de chamadas, comprimento do pacote, número médio de pacotes por mensagem (etapa 500), queda de dados solicitada 30 apenas para o tráfego de dados (etapa 600), parâmetros relacionados ao retardo solicitado para o tráfego de dados (etapa 700), parâmetros que indicam os números máximos de canais alocados dinamicamente ao serviço de dados (etapa 800), dos parâmetros que indicam o comprimento máximo de tempo de espera na fila de uma chamada de dados (etapa 900) e parâmetros relacionados à codificação utilizada para a transmissão de dados para transmitir os dados (etapa 1000), por exemplo, parâmetros relacionados ao tipo de codificação GPRS utilizada.

[0033] Um quarto bloco 40000, substancialmente para avaliar os resultados obtidos, adequado para confirmar, aumentar ou reduzir o número de portadoras de rádio

utilizadas pelo terceiro bloco 30000, compreendendo uma primeira etapa de controle para o controle se o desempenho satisfaz as exigências (etapa 1100).

[0034] Se o resultado for positivo, esta etapa 1100 completa o bloco 40000 e, se o resultado for negativo, ela leva para a segunda etapa de controle para controlar se há uma melhoria no serviço comparado com qualquer situação anterior (etapa 1200).

[0035] No evento de um resultado negativo, esta etapa 1200 leva a uma etapa (etapa 1250) adequada para retornar o número de canais para aqueles utilizados no bloco 30000 representativos de uma situação anterior, e no caso de um resultado positivo ele leva a um aumento no número de canais (etapa 1150), se possível, conhecendo o número máximo de portadoras alocadas em uma célula GSM, e a repetição do bloco 30000.

[0036] Um quinto bloco 50000 para avaliar o desempenho do tráfego de dados na seção entre a estação base e o terminal móvel (etapa 1350), com base no número de portadoras de rádio disponíveis (confirmado ou calculado nos blocos 30000 e 40000), com base no conjunto de entradas relacionados ao tráfego de dados oferecido (etapa 1300) conforme descrito para as etapas 500, 600 e 700 do bloco 30000 e com base no conjunto de parâmetros de configuração (etapa 1400) conforme descrito nas etapas 800, 900 e 1000 do bloco 30000.

[0037] Um sexto bloco 60000, substancialmente para avaliar os resultados obtidos, adequado para confirmar, aumentar ou reduzir o número de portadoras de rádio utilizadas pelo quinto bloco 50000; este bloco 60000 é

substancialmente equivalente ao bloco 40000, já descrito, e compreende as etapas 2100, 2200, 2250 e 2150, respectivamente, equivalentes às etapas 1100, 1200, 1250 e 1150 já descritas.

[0038] Sabendo o número máximo de portadoras alocadas em uma célula de aparelhos móveis, do tipo GSM por exemplo, o bloco 60000 leva ao término do método 10, de acordo com a invenção, reciclando no bloco 50000 quando aplicável.

[0039] No método de acordo com a invenção, os primeiros dois blocos 10000 e 20000 não possuem elementos de novidade com relação ao estado da técnica conhecido e apenas serão descritos em linhas amplas, exatamente como os blocos 40000 e 60000; os blocos 30000 e 50000, por outro lado, incluem componentes inovadores com relação ao estado da técnica e serão descritos em detalhe.

[0040] As funções realizadas pelos vários blocos são implementadas, de acordo com o objeto desta invenção, na forma de programas em um computador e tornam possível determinar as características de uma rede para aparelhos de telecomunicação móvel.

[0041] A operação do método 10 para avaliar o dimensionamento e o desempenho de uma célula em um sistema de telecomunicação móvel é descrito tomando uma rede do tipo GSM-GPRS como referência, muito embora será óbvio para os técnicos do setor que o método 10 é fácil de estender para redes móveis adequadas para gerenciar o tráfego de dados e/ou o tráfego de voz e de dados.

[0042] O primeiro bloco 10000 torna possível avaliar o número mínimo de canais de tráfego (sulcos) exigidos (etapa 150) para lidar com o tráfego de voz oferecido (Erlang)

para a célula (etapa 100), sob a restrição de garantir uma perda de voz não superior à perda de voz exigida apenas para voz (etapa 200).

[0043] Para este fim, a etapa 150 do bloco 10000 utiliza a fórmula denominada "Erlang-B", conhecida como tal (modelo M/M/N) nas redes de telecomunicação fixa e móvel de primeira e de segunda gerações que, com base de dados de entrada conhecidos, fornece o número de canais de tráfego a alocar na célula GSM-GPRS para lidar com o tráfego expresso em Erlang com o desempenho solicitado (queda de voz).

[0044] O segundo bloco 20000 torna possível avaliar o número de portadoras de rádio (técnica de acesso FDMA) a alocar na célula, supondo que sejam conhecidos o seguinte: o número total de canais de tráfego (técnica de acesso TDMA) associados a cada portadora de rádio que, como é conhecido, é de oito canais no caso do sistema GSM; a regra de associação, conhecida como tal, entre o número de canais de tráfego calculados pelo primeiro bloco 10000 e o número de canais de sinalização necessários para gerenciar a célula (etapa 300); o número de canais alocados estaticamente ao tráfego GPRS, e assim não utilizado em qualquer caso pelo tráfego de voz (etapa 400), dado que em geral, este é um parâmetro de projeto.

[0045] De acordo com esta invenção, o terceiro bloco 30000 torna possível avaliar o desempenho do tráfego de dados (perda e produtividade do usuário) (etapa 550) na seção entre a estação móvel e a estação base (seção de enlace ascendente) com base na pluralidade dos dados de entrada, de características do serviço de dados GPRS e de suposições sobre o método e o modelo. Em particular, no que

diz respeito aos dados de entrada, a etapa 550 leva em consideração: as características do tráfego de dados oferecido para a célula; isto é, a frequência de chegada da chamada, o comprimento do pacote e o número médio de pacotes por mensagem (etapa 500); da queda solicitada para o tráfego de dados (etapa 600); da produtividade do usuário solicitada para o tráfego de dados (etapa 700); do número máximo de canais alocados dinamicamente ao serviço de dados (etapa 800), isto é, utilizado pelo tráfego de dados é deixado livre pelo tráfego de voz GSM; do tempo de espera máximo na fila de uma chamada de dados GPRS (etapa 900); da codificação GPRS para a transmissão dos dados (etapa 1000); do número de portadoras calculadas pelo segundo bloco 20000 na etapa 350.

[0046] No que se relaciona às características do serviço de dados GPRS, e de acordo com esta invenção, o bloco 30000 leva em conta o fato de que: cada usuário (ou, melhor, terminal móvel GPRS) tenta acessar o sistema, de acordo com várias políticas, por um número predeterminado de segundos com múltiplas tentativas; se o usuário foi incapaz de acessar o sulco de rádio ao final deste período de tempo, 7 segundos por exemplo, a chamada é bloqueada; o acesso ao sulco de rádio no sistema é ganho, de uma maneira conhecida, em base de chamada e não para o pacote de mensagem individual; isto significa que uma vez que o recurso foi adquirido, ele é mantido até que a própria mensagem inteira tenha sido transmitida; a velocidade de transmissão da mensagem, após obter o recurso de rádio, depende do número de usuários multiplexados no sulco de quadro GSM; este número vai, por exemplo, de um mínimo de

um usuário até o máximo de oito; como uma consequência disso, a velocidade, como é conhecida, pode variar durante a transmissão da mensagem única com base no número de usuários que acessam a célula GSM-GPRS.

[0047] De acordo com a invenção, e para o fim de modelar o comportamento da célula GSM-GPRS para o tráfego de apenas dados (tráfego GPRS), o método leva em conta o fato de que:

[0048] um modelo N/N/M/Q foi escolhido em que os servidores do sistema correspondem aos sulcos de tráfego de célula e o estado da célula é representado pelo número de usuários GPRS no sistema; uma fila de comprimento infinito ($Q=\infty$) é considerada como, no caso do congestionamento dos recursos de tráfego, cada usuário faz as tentativas de acesso múltiplo mencionadas acima; um tempo de espera de fila médio (para um usuário GPRS) expresso como uma função do tempo necessário para o terminal móvel fazer as tentativas de acesso múltiplo mencionadas acima; a mensagem inteira é considerada como sendo colocada na fila e não o pacote de mensagem único; um tempo de intervalo de chegada entre as chamadas de dados (processo de chegada) caracterizado pela distribuição exponencial com o parâmetro λ igual à frequência de chegadas é considerado; uma duração de chamada média (tempo de serviço τ) caracterizado pela distribuição exponencial com o parâmetro $\alpha=1/\tau$ igual à intensidade de morte da chamada é considerada; um tempo de espera médio na fila caracterizado pela distribuição exponencial com o parâmetro α igual à frequência de chamadas caídas (usuário "impaciente") é considerada.

[0049] Embora a suposição relacionada à distribuição exponencial do parâmetro λ para os tempos entre chegada da chamada de dados (frequência de chegada) pode ser considerada uma simplificação usual e conhecida, por outro lado, as aproximações relativas à distribuição exponencial do parâmetro α para a duração das chamadas de dados, para a distribuição, também exponencial, do parâmetro α , e do tempo de espera na fila, são novos neste setor técnico e, surpreendentemente, tornam possível criar um método para o dimensionamento e avaliação do desempenho de uma célula GSM-GPRS com boa confiabilidade e, em particular, uma que é de fácil aplicação, graças à simplificação parcial dos aspectos matemáticos envolvidos na modelagem, embora muito complexo.

[0050] Com base no que foi listado, o bloco 30000 torna possível avaliar o tráfego de dados "A" oferecido à célula por meio de relações de um tipo conhecido:

$$A = \lambda = \lambda \tau$$

em que:

$$\tau = \frac{n \cdot L}{V_{\text{canal}}} = \frac{1}{\alpha} \quad \text{tempo de serviço mínimo de uma chamada de dados;}$$

e

V_{canal} velocidade do servidor único;

$n \cdot L$ comprimento da mensagem (n pacotes de comprimento L).

[0051] O desempenho da célula na seção entre o terminal móvel e a estação base (probabilidade de bloco de dados e produtividade de usuário médio) são avaliados utilizando a modelagem do estado da célula com base em dois tipos

diferentes de "estados". Se "i" é o número de usuários GPRS no sistema, obtemos: o estado 100000 (Figura 3), em que o número "i" de usuários GPRS no sistema é inferior ao número máximo de conexões de dados suportada simultaneamente pela célula, em que o número de sulcos disponíveis em um momento dado para o serviço de dados é conhecido; neste caso o sistema sai do estado "i" por causa do nascimento de uma nova chamada de dados (com a frequência de chegada de chamada λ) ou por causa da morte da chamada em andamento; a frequência das mortes é $k \cdot \alpha$, em que k é o número de sulcos GSM ocupados por um ou mais usuários GPRS. Neste contexto, cada sulco em que pelo menos um usuário de dados está presente contribui para a frequência das mortes na célula com um termo aditivo igual a α como: quando houver apenas um usuário você obtém uma velocidade de transmissão igual à máxima velocidade possível; isto implica uma contribuição aditiva à frequência de morte geral da célula igual a α ; se há dois usuários, a velocidade de transmissão é diminuída pela metade (contribuindo para a metade da frequência de morte associada ao sulco) e o dobro dos usuários multiplexados (que contribui para o dobro da frequência das mortes associadas ao sulco); com base no que foi descrito, obtém-se uma contribuição aditiva à frequência de morte geral da célula que ainda é igual a α (isto é $1/2 \cdot 2 \cdot \alpha$); se houver três ou mais usuários, o mecanismo de avaliação não muda, pois há uma redução por um fator de $1/3$, $1/4$, $1/5$, $1/6$, $1/7$ ou $1/8$ na velocidade de transmissão (com o mesmo efeito na frequência de mortes associadas ao sulco) e um aumento por um fator de 3, 4, 5, 6, 7, ou 8 no número de usuários multiplexados (com o mesmo efeito na frequência

das mortes associadas ao sulco); em todos os casos listados há, surpreendentemente, uma contribuição aditiva na frequência de morte geral da célula que ainda é igual a α ;

[0052] o estado 200000, em que o número "i" de usuários GPRS no sistema é maior que o número máximo de conexões suportadas simultaneamente pela célula, em que o número de sulcos disponíveis em um momento dado para o serviço de dados é conhecido; neste caso, o sistema sai do estado "i" quer por causa do nascimento de uma nova chamada de dados (com a frequência de chegada de chamada λ) ou por causa da morte de uma chamada no sistema como resultado de duas causas: o término de uma chamada em andamento que ocorre com frequência de morte dada pelo termo igual a $N.\alpha$, em que N é o número máximo de sulcos utilizados pelo serviço de dados; a saída de uma chamada de dados da fila como resultado do término do tempo de espera previsto pelo sistema que ocorre com a frequência de morte dada pelo termo $(i-8.N).\alpha$, em que $i-8.N$ corresponde ao número de usuários GPRS na fila que, cada um, contribui com um termo adicional igual a α .

[0053] Conhecendo o número de sulcos disponíveis a qualquer momento para o serviço GPRS, o conjunto de estados possíveis associados à célula é então somado nas equações de equilíbrio de fluxo (de tipo conhecido) exigida para o cálculo das várias probabilidades de estado, dadas pela relação:

$$P_x = P_0 \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{x-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_x}$$

em que P_0 é a probabilidade do sistema estar no estado 0; o conjunto de probabilidades é então normalizado por meio da relação de normalização P_0 (de tipo conhecido), que corresponde à fórmula:

$$P_0 = \left(1 + \sum_{k=1}^{\infty} \prod_{i=0}^{k-1} \frac{\lambda_i}{\mu_{i+1}} \right)^{-1}$$

[0054] A potência do método 10 (Figura 1 e Figura 2) para avaliar o desempenho de uma estação base, por exemplo do tipo GSM-GPRS, para o gerenciamento do tráfego de dados e/ou de voz, de acordo com a invenção, conhecendo o número de sulcos disponíveis para o serviço de dados, resulta de sua ampla utilização pois ele pode ser aplicado com variações: no número de sulcos de tráfego designados estaticamente ao serviço de dados; no número de sulcos de tráfego designados dinamicamente ao serviço de dados; no número de sulcos solicitados para a conexão pelo terminal móvel; nos critérios utilizados pela rede GSM-GPRS para designar e libertar os sulcos de tráfego atribuídos aos usuários de dados.

[0055] O que foi descrito até agora, e sublinhado várias vezes, precisa ser compreendido como sendo associado ao número de sulcos disponíveis para o serviço de dados a um momento dado. Como este número varia no tempo real com base no tráfego de voz que, em geral, tem prioridade sobre as chamadas GPRS (preempção), é necessário ponderar as várias configurações possíveis de sulcos disponíveis para o serviço de dados com a probabilidade, vinculada apenas ao tráfego de voz, de cada configuração efetivamente ocorrer. Para este fim, o bloco 30000 torna possível avaliar as

probabilidades de ter canais deixados livres por voz, e assim utilizados pelo serviço GPRS, através da relação:

$$\begin{cases} P^D(x) = P^V(C-x) & 1 \leq x < D \\ P^D(D) = \sum_{i=0}^{C-D} P^V(i) \end{cases}$$

em que D corresponde ao número máximo de sulcos alocados para dados (estático mais dinâmico) e $P^V(i)$ é a probabilidade de ter "i" sulcos ocupados por voz, dado pela relação de um tipo conhecido:

$$P^V(i) = \frac{\frac{A^i}{i!}}{\sum_{j=0}^{C-1} \frac{A^j}{j!}}$$

[0056] O desempenho efetivo da célula (probabilidade de bloco de dados e de produtividade de usuário) é portanto dada pelas relações seguintes:

$$B_b = \sum_{x=1}^D B(x) \cdot P^D(x) \quad \begin{array}{l} \text{probabilidade média do bloco de} \\ \text{dados} \end{array}$$

$$R_b = \sum_{x=1}^D E[T](x) \cdot P^D(x) \quad \text{retardo de dados médio;}$$

com a produtividade do usuário calculada na etapa 550 com base no retardo médio, por meio da relação (de tipo conhecido):

$$\frac{n \cdot L}{R_b}$$

com comprimento de mensagem $n \cdot L$.

[0057] O bloco 30000 distingue-se com relação ao estado conhecido da tecnologia por meio de seu conteúdo inovador,

que compreende: tomar em conta as características reais do serviço de dados, do tipo GPRS por exemplo, por meio das suposições relacionadas à variação da velocidade de transmissão com o tempo, ao tempo de espera médio na fila durante as tentativas de acesso múltiplas, e à conquista dos recursos de rádio em base de chamada e não em base de um único pacote; o procedimento para avaliar o desempenho da célula (bloco de dados e probabilidade de produtividade de usuário), conhecendo o número de sulcos disponíveis em um momento dado para o serviço de dados, por meio da descrição do estado do sistema feito pelos diagramas na Figura 3; a avaliação da perda de voz efetiva, perda de dados e produtividade do usuário, no caso de coexistência dos dois tipos de tráfego (data e voz), por meio de fórmulas que dão a probabilidade do bloco de dados e o retardo médio com base na probabilidade de ter "i" sulcos disponíveis para dados por eles terem sido liberados de voz.

[0058] O quarto bloco 40000 compara a qualidade do desempenho avaliado pelo terceiro bloco 30000 com o desempenho esperado (bloco de dados e probabilidade de produtividade solicitada) e decide o aumento no número de portadoras na célula (etapa 1150) se o desempenho não é satisfeito (etapa 1100) e se: o desempenho avaliado é melhor comparado com aquele obtido na etapa anterior (etapa 1200) e, naturalmente, o número máximo de portadoras alocadas em uma célula não foi alcançado.

[0059] A etapa 1100 torna possível evitar aumento desnecessário no número de portadoras se o desempenho, mesmo se considerado insatisfatório, não pode ser melhorado

mais (isto pode ocorrer se o número de sulcos alocados dinamicamente ao serviço de dados, o serviço GPRS por exemplo, é fixo e não pode ser aumentado mesmo quando do aumento do número de portadoras designadas à célula); o limite constituído pelo número máximo de portadoras disponíveis leva em conta os limites das bandas espectrais e as regras que cada operador de telefone móvel utiliza para efetuar o dimensionamento de rádio da estação base do sistema.

[0060] O quinto bloco 50000, sobre a avaliação do desempenho (bloco de dados e probabilidade de produtividade do usuário) para a seção entre a estação base e o terminal móvel (seção de enlace descendente), possui características idênticas, do ponto de vista das suposições do método e do modelo, ao bloco 30000 sobre a seção de rádio oposta (seção de enlace ascendente) e portanto referência deve ser feita àquele bloco.

[0061] O sexto bloco 60000 possui características idênticas ao bloco 40000 e neste caso também a descrição é omitida.

[0062] Modificações ou variações óbvias são possíveis à descrição acima, nas dimensões, formas, materiais, componentes, elementos de circuito, conexões e contatos, como nos detalhes do circuito e na construção ilustrada, e no método de operação sem desviar do espírito da invenção conforme especificado nas reivindicações que seguem.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para avaliar as características (70) de uma rede para aparelhos de telecomunicação móvel adequado para gerenciar chamadas telefônicas que relacionam o tráfego de dados (50) e/ou tráfego de voz (40) e de dados (50) entre os ditos aparelhos móveis e uma estação base e em que as chamadas relacionadas ao tráfego de dados são tais que elas podem ser enfileiradas por um tempo determinado, sendo o método (10), caracterizado pelo fato de incluir as etapas seguintes:

atribuir uma frequência de chamada média para o tráfego de dados com uma distribuição exponencial com o parâmetro λ (500, 1300);

atribuir uma duração de chamada média para o tráfego de dados com uma distribuição exponencial com o parâmetro α (500, 1300);

atribuir um tempo de espera de chamada média na fila para o tráfego de dados com uma distribuição exponencial com o parâmetro α (900, 1300);

determinar as características da rede com relação ao tráfego de dados em termos de nível de serviço no período de tráfego de pico (550, 1350), com base no número determinado de sulcos de rádios alocados ao tráfego de dados, e com base na dita distribuição exponencial, tendo como parâmetros λ , α e α .

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o dito parâmetro α ser adequado para contribuir de maneira aditiva para determinar, associado ao dito parâmetro λ , o nível de serviço no período de tráfego de pico em termos de probabilidade de

uma ocupação total dos ditos sulcos de rádio alocados; e em que o dito parâmetro α a ser adequado para contribuir de maneira aditiva para determinar o nível de serviço no período de tráfego de pico em termos de probabilidade de chamadas caídas da fila com relação ao tráfego de dados.

3. Método, de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de a dita etapa para determinar as características da rede também compreender as etapas de:

comparar as ditas características assim determinadas com valores de desempenho predeterminados (1100, 2100); e

atualizar o dito número determinado de sulcos de rádio alocados de maneira tal que as ditas características assim determinadas correspondem aos ditos valores de desempenho predeterminados (1150, 1250, 2150, 2250).

4. Método, de acordo com as reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de a dita etapa para determinar as características da rede compreender:

uma etapa para determinar as características da rede com relação ao tráfego de dados entre os ditos aparelhos móveis e a dita estação base (30000); e

uma etapa para determinar as características da rede com relação ao tráfego de dados entre a dita estação base e os ditos aparelhos móveis (50000).

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o dito número de canais de rádio alocados ao tráfego de dados ser determinado por meio das etapas de:

determinar o número de sulcos de rádio necessários para gerenciar o tráfego de voz (10000, 20000);

determinar a probabilidade de que os sulcos de rádio para

gerenciar o tráfego de voz ocupar os ditos sulcos alocados
ao tráfego de dados (30000, 50000).

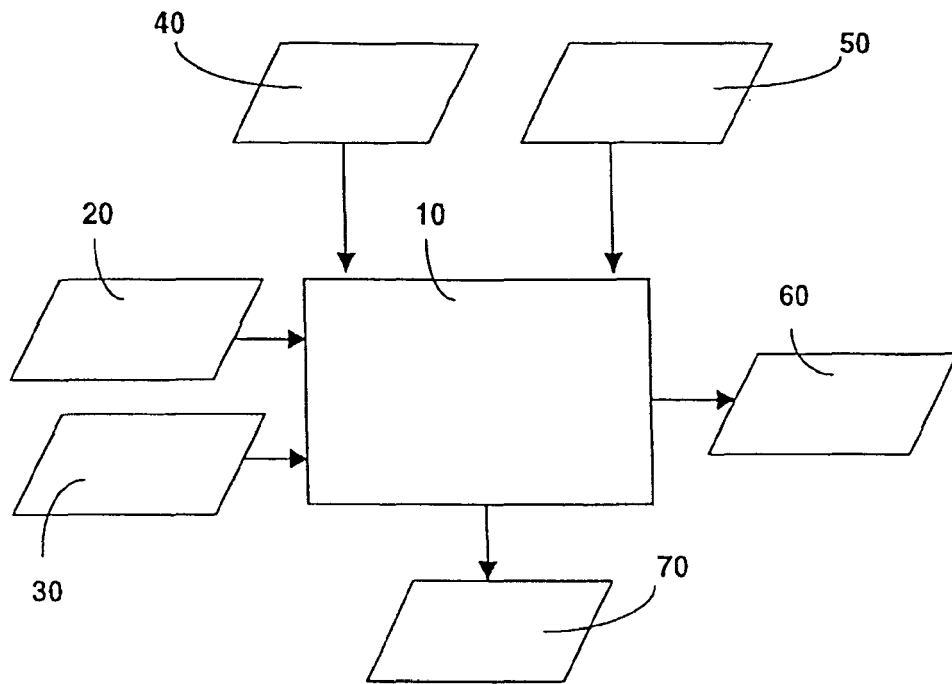


Fig. 1

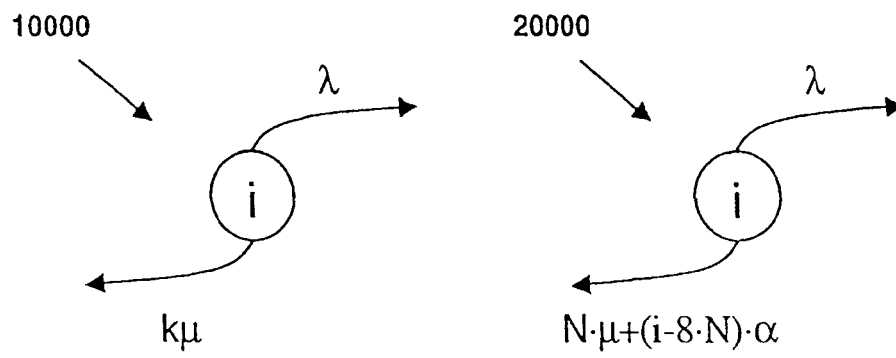


Fig. 3

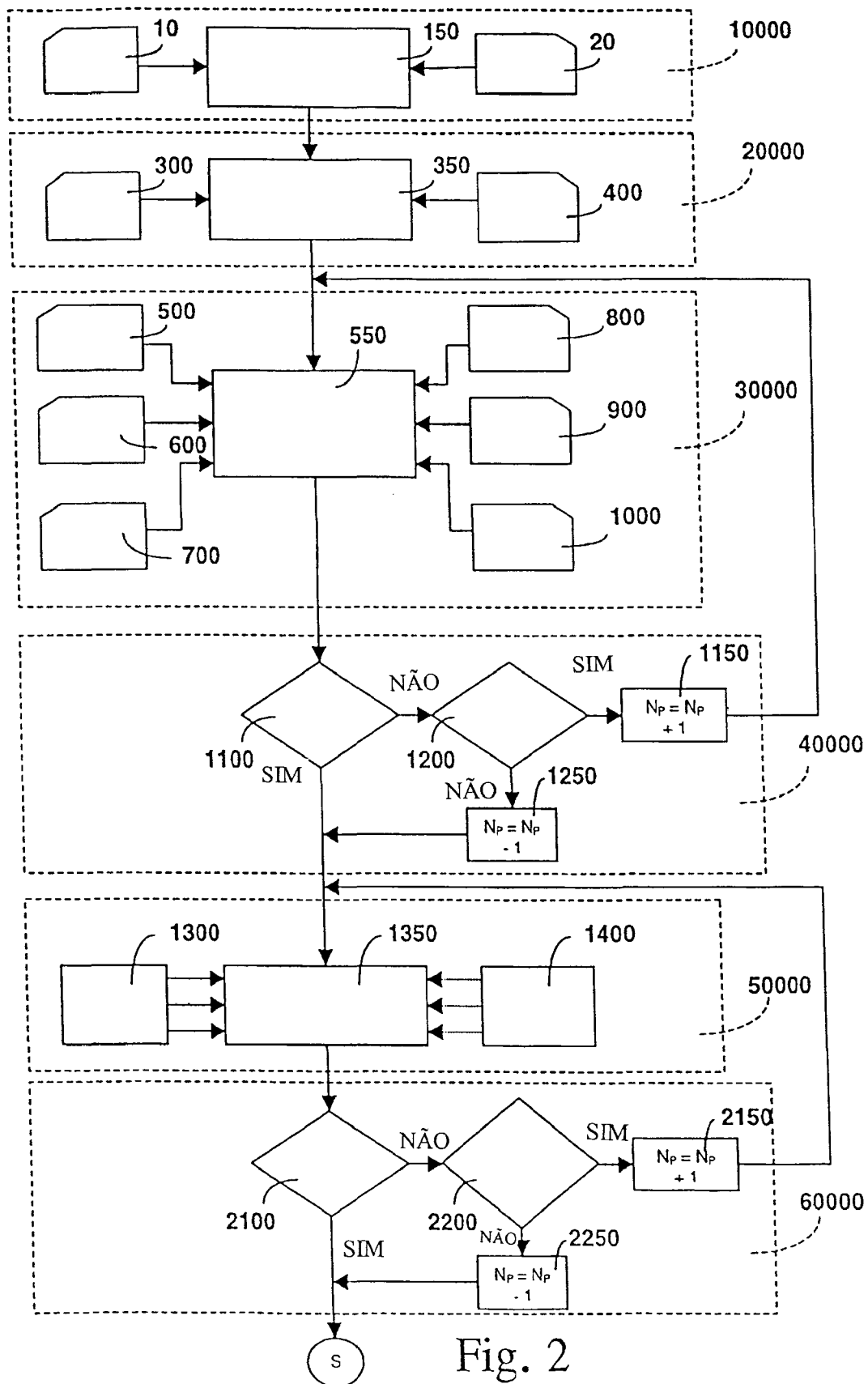


Fig. 2