



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

(11) PI 0418754-7 B1

(22) Data do Depósito: 19/04/2004

(45) Data de Concessão: 14/02/2018



(54) Título: MÉTODO E SISTEMA PARA PROVER UM SERVIÇO A USUÁRIOS, EM UMA REDE DE COMUNICAÇÕES, E, REDE DE COMUNICAÇÕES

(51) Int.Cl.: H04W 28/08; H04W 88/06

(52) CPC: H04W 28/08, H04W 88/06

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

(72) Inventor(es): ANDREA BARBARESI; PAOLO GORIA

“MÉTODO E SISTEMA PARA PROVER UM SERVIÇO A USUÁRIOS, EM UMA REDE DE COMUNICAÇÕES, E, REDE DE COMUNICAÇÕES”

Campo técnico

[001] A presente invenção refere-se a redes de comunicações e, mais especificamente, refere-se a métodos para gerenciamento de recursos nessas redes.

Descrição da técnica anterior

[002] Métodos de gerenciamento de recursos de rádio (RRM) são efetuados durante operação normal de sistema em aparelho de rede que gerencia e controla os recursos de rádio das células incluídos na rede.

[003] Entre métodos de gerenciamento de recurso de rádio, métodos comuns de gerenciamento de recursos de rádio (CRRM) levam em conta a possibilidade de gerenciar conjuntamente os recursos de rádio em uma rede “heterogênea” móvel de rádio celular incluindo, por exemplo, tanto o segmento de acesso de rádio de um sistema GSM, como o segmento de acesso de rádio de um sistema UTMS.

[004] De fato, uma rede celular heterogênea inclui diferentes tecnologias de rádio e, geralmente, é do tipo de “múltiplo acesso”. Isto significa que parte da rede provendo acesso ao segmento de transporte da rede é implementada por meio de dois ou mais sistemas (e, por conseguinte, conforma com uma pluralidade de padrões).

[005] Dentro de sistemas celulares móveis de rádio, diferentes tecnologias e diferentes padrões existem. Aqueles sistemas mais comumente usados atualmente (ou seja, os assim chamados sistemas de segunda geração como, por exemplo, o sistema GSM) serão crescentemente operados em combinação com novos tipos de sistemas (como sistemas de terceira geração, por exemplo, UMTS, ou de quarta geração, ainda em fase de definição).

[006] Redes celulares correntes de segunda geração são, na maior parte, adaptadas para prover serviços de voz, enquanto as redes de terceira e

quarta geração se destinam a suportar, em adição a serviços de voz, uma grande variedade de novos serviços de dados e multimídia. Geralmente, é esperado que, pelo menos para alguns anos, que as novas redes celulares não substituam completamente as redes existentes de segunda geração. Ao contrário, elas integrarão as redes existentes por oferecerem ao cliente a possibilidade de usar novos tipos de serviços em adição ao serviço de voz normal. Integração se torna possível pelas características dos novos padrões; de fato, estes novos padrões foram definidos de modo a permitir a operação de uma maneira conjunta e sinérgica com as redes celulares existentes.

[007] Por exemplo, dentro do padrão 3GPP que define as características do sistema UTRAN, vários procedimentos são definidos que permitem interoperar com a rede GSM.

[008] Especificações como TR25.881 de 3GPP (“Aperfeiçoamento de RRM através de RNS e RNS/BSS, versão 5”) e TR25.891 (“Aperfeiçoamento de RRM através de RNS e RNS/BSS, versão 6”) definem modelos funcionais e arquiteturas de redes que permitem aplicação de métodos CRRM.

[009] Quando um certo tipo de serviço é solicitado, que é adaptado para ser provido tanto via rede GSM como via rede UTRAN, há a possibilidade de selecionar qual sistema deve ser usado para atender à solicitação específica. Similarmente, é possível transferir um serviço já sendo provido de um sistema para outro, quando isto for necessário ou aconselhado. Adicionalmente terminais (telefones celulares) já são disponíveis comercialmente do tipo assim chamado “multi-modo”. Estes terminais podem operar indiferentemente usando diferentes sistemas pertencentes a diferentes padrões. Exemplos desses terminais multi-modo são terminais GSM/UTRAN que podem usar indiferentemente uma ou outra rede GSM e UTRAN.

[0010] Neste contexto, surge o problema de um operador “multimodo” (que é um operador operando, por exemplo, ambas as redes

GSM e UMTS) maximizar a eficácia global na exploração de todo o sistema. Por esta razão, surge a necessidade de prover arranjos para um gerenciamento em comum de recursos de rádio (CRRM) que possa definir, dependendo do tipo de serviço solicitado pelo usuário, a política a ser adotada para selecionar o sistema mais ou o mais adequado (de fato, os sistemas/padrões envolvidos podem ser mais do que dois) para alcançar um certo alvo de eficácia.

[0011] Por exemplo, os padrões UTMS especificam os procedimentos e critérios a serem usados na seleção de UMTS ou o sistema GSM para prover um serviço solicitado por um usuário equipado com um terminal multimodo. Entretanto, o padrão não indica nenhum critério específico para gerenciamento em comum dos recursos de rádio: de fato, estes têm a responsabilidade final de selecionar o sistema a ser usado dentre aqueles disponíveis.

[0012] Deve ser apreciado, assim, que, quando tirando vantagem das ferramentas interoperacionais disponíveis com os vários padrões, um número de critérios e políticas diferentes pode ser adaptado para gerenciar uma rede “multi-acesso”.

[0013] Certos arranjos conhecidos definem métodos bem gerais para selecionar um sistema no lugar de outro. Isto pode ocorrer (ver WO-A-02/32.160) baseado em uma lista de prioridade predefinida associada aos vários casos prováveis de ocorrer. Alternativamente, há a possibilidade de adotar um critério de escolha predefinido que pode variar dependendo das características do sistema selecionado.

[0014] Um arranjo um tanto similar está revelado na WO-A-02/32.179, onde uma lista de células candidatas para seleção (providas como uma entrada) é ordenada com base nos critérios de prioridade.

[0015] Adicionalmente, em WO-A- 02/054.677, um arranjo para provimento de serviço de telecomunicações em um sistema de telecomunicações sem fio multirede é revelado. Uma rede local primária (cuja

exploração não está sujeita a cobrança) é explorada conjuntamente com uma ou mais redes públicas. As redes públicas são consideradas como sistemas secundários que são acessados quando a rede local não está disponível ou não está em posição para assegurar um nível adequado de qualidade para o serviço solicitado.

[0016] O arranjo da técnica anterior considerado acima compreende arranjos essencialmente estáticos, pelo fato de só levarem em consideração as características do serviço solicitado e o status da rede no momento em que a solicitação por um serviço é feita.

[0017] Tal abordagem tende a ser bastante insatisfatória em todas aquelas situações nas quais o sistema a ser usado tiver que ser selecionado entre um conjunto de sistemas que podem não estar simultaneamente disponíveis sempre que uma solicitação for feita.

[0018] As mudanças no número e tipos dos sistemas dentre os quais a escolha deve ser feita podem ser devidas, por exemplo, aos vários sistemas terem diferentes áreas de cobertura dependendo de suas características específicas. Por exemplo, uma LAN sem fio pode cobrir apenas uma área muito pequena (um assim chamado “hot-spot”), enquanto uma única célula do sistema GSM ou UTMS é geralmente adaptada para cobrir uma região muito maior. Alternativamente, solicitações de serviço podem também provir de terminais incluindo ambos os terminais de padrão único ou multipadrão. Entretanto, nenhuma escolha de padrão/sistema é possível para uma solicitação de serviço proveniente de um terminal de padrão único.

Objetivo e sumário da invenção

[0019] O objetivo da presente invenção é, assim, superar as desvantagens dos arranjos da técnica anterior conforme definido acima.

[0020] De acordo com a presente invenção, este objetivo é atingido por meio de um método tendo as características apresentadas nas reivindicações a seguir. A invenção também se refere a um sistema

correspondente, uma rede correlata, bem como, a um produto de programa de computador relacionado, carregável na memória de pelo menos um computador (por exemplo, um processador, como um microprocessador) e incluindo porções de código de software para efetuar as etapas do método da invenção quando o produto for rodado em um computador. Como usado aqui, referência a um tal produto de programa de computador tem a intenção de ser equivalente à referência a um meio legível por computador contendo instruções para controlar um sistema de computador para coordena o desempenho do método da invenção. Referência a “pelo menos um computador” é, evidentemente pretendida para ressaltara possibilidade da presente invenção ser implementada de um modo distribuído/modular.

[0021] Um modo de realização preferido da invenção é, assim, um método para prover, em uma rede de comunicações incluindo pelo menos um primeiro e segundo conjunto de recursos, um serviço a usuários de pelo menos um primeiro e segundo tipo. Os usuários do primeiro tipo estão em condição de serem providos do mencionado serviço apenas de acordo com o primeiro conjunto de recursos, enquanto os usuários do segundo tipo estão em condições de serem providos de serviço tanto por meio do primeiro conjunto de recursos como por meio do segundo conjunto de recursos. Durante pelo menos um intervalo de tempo, o número total de solicitações para o serviço provenientes de usuários é detectado juntamente com a fração de solicitações adaptadas para serem atendidas apenas por meio do primeiro conjunto de recursos. Pelo menos um parâmetro representativo da mencionada fração é identificado e o serviço é provido aos usuários do segundo tipo por meio do segundo conjunto de recursos como uma função do parâmetro em questão.

[0022] Em um típico contexto de uso, os primeiro e segundo conjuntos de recursos correspondem a dois padrões diferentes de comunicação como, por exemplo, GSM, UTMS. Neste caso, os primeiro e segundo tipos de usuários são primariamente identificados com base em sua

capacidade de operar de acordo com apenas um padrão (por exemplo, GSM), ou de acordo com dois ou mais padrões (por exemplo, terminais “multipadrão” GSM/UMTS). De preferência, a fração referida acima é, assim, identificada por incluir na fração solicitações também provenientes de usuários do segundo tipo (GSM/UMTS) que não podem ser temporariamente atendidas por meio do segundo conjunto de recursos (por exemplo, a rede UMTS); isto pode ocorrer, por exemplo, devido ao terminal GSM/UMTS estar temporariamente fora da área de cobertura da rede UMTS.

[0023] Alternativamente, os primeiro e segundo conjuntos de recursos podem corresponder a duas camadas de células diferentes do mesmo padrão de comunicação celular, por meio do que os mencionados primeiro e segundo tipos de usuários são identificados com base na cobertura pelas mencionadas duas camadas de células diferentes.

[0024] No presentemente preferido modo de realização, a invenção define uma nova abordagem aos critérios de escolha pertinentes à operação de um sistema CRRM que também leva em consideração os possíveis diferentes cenários encontrados por solicitações subsequentes por serviço.

[0025] Especificamente, o arranjo descrito aqui está na posição de selecionar o sistema mais ou o mais adaptado para prover um dado serviço por minimizar a probabilidade de bloqueio global, ou seja, a possibilidade de, na presença de uma solicitação por serviço, a rede como um todo não estar em posição de atender a solicitação devido à indisponibilidade de recursos.

[0026] Por exemplo, quando a escolha tiver que ser feita entre sistemas SM e UMTS para prover um serviço de voz, o arranjo descrito aqui está em posição de considerar que, dentre as várias solicitações, certas solicitações podem ser atendidas tanto via os sistema SM como via o sistema UMTS, enquanto outras solicitações só podem ser atendidas por meio do sistema GSM. Isto pode ocorrer, por exemplo, uma vez que o terminal solicitante do serviço esteja em uma posição de usar apenas o sistema GSM,

ou devido à área da qual a solicitação é feita estar coberta apenas pelo sistema GSM. O arranjo descrito aqui leva em conta as características das várias solicitações recebidas e aplica um limiar adaptável (com base em uma previsão de solicitações futuras esperadas) a serem usadas no método de seleção.

[0027] Uma vantagem básica do arranjo descrito aqui jaz no fato do nível de desempenho resultante ser notavelmente melhor do que o nível de desempenho atingido pelo uso de métodos gerais já conhecidos na técnica, cuja operação é ditada exclusivamente pelas características de uma única solicitação a ser atendida no momento.

[0028] Pela análise das várias solicitações por serviço chegando sobre um intervalo de tempo, o arranjo aqui descrito esta em uma posição de se adaptar às possíveis mudanças de condições de tráfego e características em relação ao tempo.

[0029] Essencialmente, dentro do arcabouço de uma rede móvel de rádio de “multi-acesso”, o arranjo aqui descrito adota critérios de seleção que, em adição às condições “instantâneas” da rede e as características da solicitação de serviço específica a ser atendida, também leva em consideração uma previsão das diferenças com probabilidade de existir nas várias futuras solicitações de serviços.

Descrição resumida dos desenhos

[0030] A invenção será descrita agora, apenas como exemplo, pela referência às figuras anexas de desenhos, nas quais:

A Fig. 1 ilustra um exemplo de cenário de referência de aplicação do arranjo aqui descrito,

A Fig. 2 é um bloco diagrama de um exemplo de arquitetura de uma rede adequada para aplicação do arranjo aqui descrito,

A Fig. 3 é um bloco diagrama de uma outra possível arquitetura do arranjo aqui descrito, e

As Figs. 4 a 6 são fluxogramas representativos de procedimentos adaptados a serem implementados dentro do arcabouço do arranjo aqui descrito.

Descrição detalhada dos modos de realização preferidos da invenção

[0031] A Fig. 1 mostra um cenário possível para aplicação do arranjo aqui descrito.

[0032] Especificamente, na Fig. 1, a referência 10 indica um serviço de área territorial por um primeiro sistema (ou seja, um primeiro conjunto de recursos de comunicação como um sistema GSM), enquanto uma sub-área 20 da mesma região é também servida por um segundo sistema (ou seja, um segundo conjunto de recursos de comunicação, como um sistema UMTS).

[0033] Como indicado acima, este é apenas um exemplo de contexto de uso do arranjo aqui descrito, onde os primeiro e segundo conjuntos de recursos correspondem a dois padrões diferentes de comunicação, como GSM, UMTS. Neste caso, os primeiro e segundo tipos de usuários são primariamente identificados com base em sua capacidade de operar de acordo com apenas um padrão (por exemplo, SM) ou de acordo com dois ou mais padrões (por exemplo, terminais multipadrão GSM/UMTS).

[0034] Como um possível contexto de uso alternativo, os primeiro e segundo conjuntos de recursos podem corresponder a duas camadas de células diferentes do mesmo padrão de comunicação celular, por meio do que os mencionados primeiro e segundo tipos de usuários são identificados com base na cobertura pelas mencionadas duas camadas de células diferentes.

[0035] Passando especificamente aos exemplo de contexto SM/UMTS aqui considerado, é razoável assumir que a área de cobertura UMTS 20 pode ser um subconjunto de, ou, no máximo, coincidir com a área de cobertura GSM. A outra possibilidade, ou seja, a área de cobertura UMTS ser maior do que a área de cobertura SM é altamente improvável de acontecer.

[0036] Adicionalmente, deve ser assumido que, dentro da área de cobertura dos dois sistemas considerados, dois tipos de terminais 1 e 2 co-existem.

[0037] Terminais 1 são terminais de “código único”, ou seja, terminais adaptados a só usar os sistema SM. Inversamente, os terminais 2 são do tipo “modo duplo”, adaptados para uso tanto no sistema GSM como no sistema UMTS.

[0038] Alguém experiente na técnica apreciará prontamente que o cenário ilustrado na Fig. 1 é meramente exemplar em sua natureza.

[0039] De fato, o arranjo descrito a seguir é geralmente adaptado para operar em um cenário onde dois ou mais sistemas co-existem (por exemplo, em adição a um sistema GSM e um sistema UMTS, uma LAN sem fio compreendendo um assim chamado “hot-spot”).

[0040] A descrição a seguir refere-se a (apenas) dois sistemas co-existent, ou seja, um sistema GSM e um sistema UMTS, primariamente em nome da simplicidade e facilidade de compreensão.

[0041] Especificamente, no bloco diagrama da Fig. 2, é mostrada a possibilidade dos terminais GSM de modo único 1 acessar uma correspondente rede de acesso de rádio correntemente designada GERAN (rede de acesso de rádio GPRS-EDGE) 10. Uma rede GERAN é geralmente adaptada para ser usada por qualquer sistema GSM/GPRS/EDGE.

[0042] Enquanto os terminais 1 só podem acessar a rede GERAN 1, os terminais de modo duplo ou multimodo 2 podem acessar ambas a rede GERAN 10 e a respectiva rede de acesso 20 designada UTRAN (rede de acesso de rádio terrestre universal), usada por sistemas UMTS.

[0043] O número de referência 30 designa a rede de núcleo que está interconectada à rede de acesso GERAN via uma interface 31 e com a rede de acesso UTRAN 20 via uma interface 32.

[0044] O dispositivo de rede ou aparelho controlando os recursos de

rádio do sistema GSM, ou seja, BSC (controlador de estação base) 11 e o dispositivo de rede ou aparelho homólogo controlando os recursos de rádio na rede UMTS, ou seja, o RNC (controlador de rede de rádio) 22 são configurados para tocar informação via a rede de núcleo 30.

[0045] Alternativamente, uma interface 21 pode ser provida para permitir comunicação direta entre o BSC 11 e o RNC 22. Os procedimentos específicos detalhados a seguir podem, vantajosamente, residir e serem implementados no BSC 11 e RNC 22.

[0046] Finalmente, as estações base de rádio para o sistema GSM são indicadas por seus acrônimos correntes, ou seja, BTS e Nó B.

[0047] Os conjuntos constituídos do BSC e os BTSs são designados um BSS completo (sistema de estação base). O conjunto homólogo para o sistema UMTS é designado RNS (subsistema de rede de rádio).

[0048] No diagrama da Fig.3, elementos/componentes idênticos ou equivalentes àqueles já descritos em relação à Fig. 2 foram denominados com as mesma referências.

[0049] Especificamente, o diagrama da Fig. 3 mostra um possível arranjo alternativo da invenção, onde os procedimentos melhor detalhados a seguir são hospedados e efetuados dentro de um dispositivo de rede 40 chamado de servidor de gerenciamento em comum de recurso de rádio (CRRM).

[0050] O servidor CRRM 40 solicita informação sobre as células de GSM ao BSC 11 via uma interface 41. Similarmente, ele adquire informação sobre as células YMTS para o RNC 22 via a interface 42.

[0051] Alguém experiente na técnica prontamente apreciará que as arquiteturas mostradas na Fig. 2 e Fig. 3 são ambas adaptadas par suportar um procedimento CRRM. Deverá ser apreciado, assim, que, a despeito da arquitetura selecionada (aquela mostrada na Fig. 2, ou a mostrada na Fig. 3), o arranjo aqui descrito não requer, desse modo, nenhuma implementação

específica ou exigência além daquelas correntemente providas pela presente versão do padrão UMTS e as esperadas versões subsequentes.

[0052] Do ponto de vista do usuário solicitar serviço que pode ser provido por qualquer sistema, como exemplo, um serviço de voz, não há nenhuma razão específica para se dar preferência a qualquer um dos sistemas GSM ou UMTS.

[0053] Inversamente, do ponto de vista do operador de rede, estando em uma posição de controlar o número de usuários servidos por um sistema no lugar do outro pode ser significativo de modo a explorar eficientemente todo o sistema multipadrão, por minimizar a probabilidade de bloqueio, ou seja, a possibilidade das solicitações por serviço serem negadas devido à indisponibilidade dos recursos necessários.

[0054] O sistema UMTS difere do sistema GSM pelo fato do sistema UMTS estar em uma posição de prover serviço, como serviços de dados de multimídia em adição ao serviço normal de voz provido por GSM.

[0055] Consequentemente, no caso de solicitações de um serviço de voz, e dada a mesma probabilidade de bloqueio, será geralmente preferível que um operador use os sistemas GSM mais extensivamente do que o sistema UMTS. Desse modo, os recursos de rede do sistema UMTS podem ser mantidos disponíveis para uso de um modo economicamente vantajoso para prover novos serviços, especialmente no caso destes últimos serviços serem considerados como mais economicamente compensadores.

[0056] Uma vantagem geral existirá, desse modo, em direcionar a escolha para o sistema usado para prover um serviço de voz de modo a minimizar a probabilidade de bloqueio do serviço enquanto simultaneamente dando prioridade ao sistema GSM sobre o sistema UMTS para aquele tipo de serviço.

[0057] Na prática, três casos diferentes de solicitações por serviço podem ocorrer dentro do cenário introduzido acima, ou seja:

- caso 1: serviço de voz solicitado por um terminal 1 de modo único,
- caso 2: serviço de voz solicitado por um terminal 2 multi-modo localizado em um ponto coberto apenas pelo sistema GSM, e
- caso 3: serviço de voz solicitado por um terminal 2 multi-modo localizado em um ponto coberto tanto pelo sistema GSM como pelo sistema UMTS.

[0058] Nos dois primeiros casos considerados, a escolha do sistema é compulsória, muito embora por razões diferentes. De fato, o sistema GSM tem que ser inevitavelmente usado, uma vez que o uso do sistema UMTS não representa uma opção viável: devido ao terminal solicitante do serviço de voz não ser capaz de usar o sistema UMTS ou devido ao terminal de modo duplo solicitante do serviço (que poderia por ele mesmo adaptado para usar o sistema UMTS) estar localizado em um ponto servido apenas pelo sistema GSM.

[0059] Consequentemente, apenas o terceiro caso acima é, de fato, aberto à seleção, ou seja, decidir se o serviço de voz deve ser provido pelo sistema UMTS como uma alternativa em relação ao sistema GSM. Isto se deve pela solicitação do serviço provir de um terminal 2 de modo duplo localizado em um ponto coberto tanto pelo sistema GSM como pelo sistema UMTS.

[0060] Significativamente, muito embora a seleção seja necessária apenas no terceiro caso, o arranjo descrito aqui efetua seleção de modo a minimizar a probabilidade de bloqueio associada – como um todo – à solicitação de um serviço de voz, ou seja, levando em conta que também os primeiros dois casos considerados ocorrem com uma certa frequência.

[0061] Ambos os arranjos descritos acima podem explorar o conhecimento da frequência de ocorrência dos primeiros dois casos considerados acima.

[0062] A probabilidade dos casos 1 e 2 é expressa por meio do parâmetro designado P.

[0063] Este pode ser visto como a fração (por exemplo, porcentagem) de solicitações por serviço que – por necessidade – deve ser alocada a um dos sistemas (por qualquer razão) e não podem ser alocadas a outro sistema (s).

[0064] A probabilidade P pode assumir valores incluídos no intervalo 0 a 1.

[0065] Essencialmente, os procedimentos detalhados a seguir usam este parâmetro para selecionar o sistema mais ou o mais apropriado para atender uma certa solicitação de serviço. Por esta razão, os procedimentos em questão estimam este parâmetro, juntamente com suas variações, pelo monitoramento das solicitações por serviço ao longo do tempo.

[0066] Um primeiro procedimento para esta finalidade está mostrado na Fig. 4.

[0067] Especificamente, o procedimento representado pelo fluxograma da Fig. 4 é adaptado para ser implementado (no caso da arquitetura de rede da Fig. 2) dentro dos controladores de rede BSC 11 (sistema GSM) e RNC 22 (sistema UMTS).

[0068] Mais detalhadamente, dentro do BSC 11, o procedimento pode ser efetuado sem qualquer necessidade do BSC 11 solicitar informação do RNC 22. Por esta razão, um tal procedimento pode ser implementado na versão corrente do sistema UMTS, sem qualquer modificação. Dentro do RNC 22, o procedimento pode ser implementado, provido que o RNC 22 possa obter do BSC 11 o número de usuários ativos na célula GSM que é a questão da escolha.

[0069] Alguém experiente na técnica apreciará que a possibilidade do BSC 11 e o RNC 22 trocarem informação sobre as cargas das células controladas desse modo é provida a partir da versão 5 do padrão UMTS.

[0070] Alternativamente, o procedimento representado pelo

fluxograma da Fig. 4 pode ser implementado na arquitetura de rede da Fig. 3 dentro do servidor CRRM 40. Neste caso, a informação sobre a carga da célula SM sujeita à seleção é obtida via a interface 41.

[0071] Especificamente, na Fig. 4, a referência 200 representa uma solicitação chegando para um serviço de voz.

[0072] Na etapa 202, o sistema checa se o serviço pode ser provido pelo sistema UMTS.

[0073] Caso positivo, em outra etapa 204, uma checagem é feita de se o número de usuários ativos nas células vezes o fator $(1 + P)$, onde P é o parâmetro de probabilidade considerado acima, é menor do que o número máximo de usuários SM para aquela célula.

[0074] Caso positivo, em uma etapa 206, o serviço é alocado ao sistema GSM.

[0075] Se a checagem em uma etapa 204 fornecer uma resposta negativa, em uma etapa 208 é feita uma checagem de se a célula UMTS tem recursos suficientes disponíveis e livres para prover o serviço solicitado.

[0076] Caso positivo, o serviço é alocado sobre o sistema UMTS em uma etapa 210.

[0077] Se a checagem na etapa 208 fornecer uma resposta negativa, a solicitação por serviço é bloqueada em uma etapa 212.

[0078] Caso a checagem na etapa 202 indique que o serviço solicitado não pode ser provido pelo sistema UMTS, em uma etapa 214, uma checagem única é feita para ver se o número de usuários ativos sobre a célula GSM (normalmente o novo usuário solicitando serviço não está incluído na conta) é menor do que o número máximo dos usuários alocados para a célula GSM em questão.

[0079] Caso a checagem forneça um resultado positivo, a nova solicitação pode ser servida e o serviço é alocado sobre o serviço GSM em uma etapa 216.

[0080] Caso a checagem na etapa 214 forneça um resultado negativo (ou seja, o número de usuários já ativos sobre a célula GSM é igual ao número máximo admissível), a nova solicitação por serviço é bloqueada em uma etapa 218.

[0081] Alguém experiente na técnica prontamente notará que o arranjo recém revelado pode ser facilmente implementado dentro das arquiteturas das Figs. 2 ou 3 sem qualquer modificação nas provisões das últimas versões para o padrão UMTS. Por exemplo, o sistema está efetivamente em posição de efetuar a checagem na etapa 202 (ou seja, a possibilidade de prover o serviço via o sistema UMTS) quando a informação necessária é conhecida e provida pelos procedimentos que regulam a operação do sistema. Adicionalmente, o mesmo padrão provê a possibilidade do terminal poder trocar com a rede um conjunto de itens de informação referente a sua capacidade e opções operacionais (“capacidade UE”).

[0082] A troca de informação referente ao terminal pode ocorrer independentemente do tipo de sistema (GSM ou UMTS) ao qual o terminal está conectado no momento em que a solicitação por serviço é feita. Ambos o controlador de rede do sistema UMTS (ou seja, o RNC 22) e o controlador de rede do sistema GSM (o BSC 11) estão, assim, em condições de verificar se o terminal solicitando o serviço de voz é do tipo de modo único (terminal 1) ou do tipo de modo duplo (terminal 2).

[0083] Adicionalmente, se a solicitação por serviço de voz provir de um terminal 2 de modo duplo, a rede pode solicitar que o terminal 2 efetue medições referentes à qualidade de rádio concernente ao sistema alternativo (assim chamada “medição inter-sistema”).

[0084] Estas medições são subsequentemente reportadas à rede (via os procedimentos incluídos nos padrões para esta finalidade). Consequentemente, há a possibilidade de verificar se, no instante de tempo em que o serviço é solicitado, o terminal está localizado em um ponto coberto

também pelo sistema alternativo, de modo que a possibilidade de selecionar entre sistemas diferentes é um dado para o procedimento CRRM.

[0085] Um exemplo de implementação do procedimento mostrado na Fig. 4 pode ser descrito pela referência a uma situação na qual o número máximo de usuários (voz) admitido para a célula GSM envolvida com a etapa de seleção é igual a 20 e a probabilidade P é igual a 0,4.

[0086] Neste caso, a checagem expressa pela etapa 204 corresponde à checagem se o número de usuários ativos for menor do que $20/(1+0,4)$, que é menor do que 14,28.

[0087] Consequentemente, enquanto o número de usuários ativos na célula GSM for menor do que 15, a rede aloca sobre a célula GSM ambas aquelas chamadas adaptadas para serem servidas pelo sistema GSM apenas (saída negativa da etapa 202), bem como, aquelas solicitações por serviços que também poderiam ser servidos pelo sistema GSM (saída positiva de uma etapa 3, seguida pela saída positiva da etapa 204).

[0088] Inversamente, quando o número de usuários sobre a célula GSM for maior ou igual a 15, as solicitações por serviços possivelmente adaptadas para serem atendidas também pelo sistema UMTS (saída positiva da etapa 202) são direcionadas para o sistema UMTS (saída negativa da etapa 204) seguida pela etapa 208 e a etapa 210 a não ser que a checagem na etapa 208 forneça uma saída negativa. Neste último caso, a solicitação por um serviço é bloqueada (etapa 212).

[0089] Essencialmente, o procedimento mostrado na Fig. 5 é uma variante do procedimento mostrado em uma Fig. 4 baseado em um arranjo ligeiramente “simplificado”. Essencialmente, etapas de conteúdos idênticos ou equivalentes foram indicados pelos mesmos números de referência em ambas as figuras 4 e 5.

[0090] Portanto, deverá ser apreciado que, no procedimento mostrado na Fig. 5, a saída negativa da etapa 208 (a célula UMTS não tem recursos

disponíveis livres para prover o serviço solicitado) não leva imediatamente à solicitação por serviço ser bloqueada (como no caso do procedimento da Fig. 4 – ver etapa 212).

[0091] No procedimento da Fig. 5, a saída negativa da etapa 208 faz com que o sistema evolva para montante da etapa 214, ou seja, para uma checagem, caso o serviço (que seria negado devido à indisponibilidade dos recursos do sistema UMTS originalmente selecionado como um resultado da saída positiva da etapa 202 e a saída negativa da etapa 204) possa ainda ser provido pelo sistema GSM, que foi originalmente descartado.

[0092] O procedimento mostrado na Fig. 5 é similarmente adaptado para ser implementado em arquitetura de rede da Fig. 2 nos controladores de rede do sistema GSM (ou seja, o BSC 11) e os controladores de rede do sistema UMTS (ou seja, o NC 22).

[0093] Em comparação com o procedimento mostrado na Fig. 4, o procedimento – de modo a ser executado corretamente dentro do BSC 11 – tem que receber do RNC 22 a informação referente à carga da célula UMTS considerada.

[0094] De fato, de modo a efetuar a etapa 208 na Fig. 5, o BSC tem que estar em posição de avaliar a disponibilidade de recursos livres na célula UMTS para, possivelmente, atender a solicitação por um novo serviço.

[0095] Deverá ser apreciado que este não é o caso para o procedimento mostrado na Fig. 4: ali, quando a condição 204 não é satisfeita, a solicitação por serviço é imediatamente redirecionada para o sistema UMTS (assim chamada “nova tentativa direcionada”), sendo bloqueada no caso de nenhum recurso estar disponível no sistema UMTS.

[0096] Consequentemente, no procedimento mostrado na Fig. 5, o sistema GSM é selecionado tanto quando a condição 204 é satisfeita (etapa 206), como também quando uma tal condição não for satisfeita e nenhum recurso estar disponível no sistema UMTS para atender a solicitação (etapa

216).

[0097] O procedimento mostrado na Fig. 5 é mais eficiente do que o mostrado na Fig. 4. Entretanto, uma implementação correta do procedimento da Fig. 5 dentro do BSC exige que o BSC receba informação do RNC sobre a carga da célula UMTS.

[0098] Quanto ao restante, o procedimento mostrado na Fig. 5 pode ser implementado dentro do RNC 22, provido que o RNC 22 possa solicitar e obter do BSC 11 o número de usuários ativos sobre a célula GSM, esta informação sendo usada na etapa 204. Alguém experiente na técnica sabe que a possibilidade do BSC 11 e RNC 22 trocarem informação sobre a carga de células controladas desse modo, é provida no padrão UMR5 a partir de sua versão 5.

[0099] Como uma alternativa, o procedimento mostrado na Fig. 5 pode ser usado dentro da arquitetura de rede da Fig. 3 pelo servidor CRRM 40. Neste último caso, informação referente à carga da célula GSM e os recursos disponíveis na célula UMTS são derivados via a interface 41 e a interface 42.

[00100] Com referência aos mesmos exemplos de condições operacionais considerados acima (número máximo de usuários de voz na célula GSM igual a 20 e P igual a 0,4), a operação do procedimento mostrado na Fig. 5 é como se segue.

[00101] Enquanto o número de usuário na célula GSM for menor do que 15, o procedimento aloca sobre a célula GSM ambas as chamadas que podem ser servidas apenas pelo sistema GSM (saída negativa da etapa 202), e aquelas chamadas que poderiam ser servidas também pelo sistema UMTS (saída positiva da etapa 202 seguida pelas saídas negativas em ambas as etapas 204 e 208).

[00102] Quando o número de usuários ativos sobre a célula GSM for maior ou igual a 15, as solicitações por serviço que poderiam ser servidas

também pelo sistema UMTS são redirecionadas para o sistema UMTS, provido que os recursos para atender a solicitação estejam disponíveis e livres (saída positiva da etapa 202, saída negativa da etapa 204 e saída positiva da etapa 208).

[00103] Diferentemente do procedimento mostrado na Fig. 4, quando a célula UMTS não tiver recursos disponíveis livres para serviço (saída negativa da etapa 208), em vez de ser bloqueada (como no caso do procedimento da Fig. 4), a solicitação é atendida pelo sistema GSM, provido que os correspondentes recursos estejam disponíveis (saída positiva da etapa 214).

[00104] Ambos os procedimentos mostrados na Fig. 4 e 5 são baseados na disponibilidade do parâmetro P usado na etapa 204. No arranjo descrito aqui, o parâmetro P representa a probabilidade ou fração (frequência normalizada para um) das solicitações por serviço de voz recebidas dos terminais 1 de modo único (referidos acima como caso 1) ou de terminais 2 de modo duplo que, no momento do serviço ser solicitado, estão localizados em um ponto coberto pelo sistema GSM apenas (referido acima como caso 2).

[00105] Em vez de operar com um valor fixo provido como uma entrada pelo operador de rede (por meio do assim chamado sistema de operação e manutenção) o arranjo descrito aqui avalia/estima tal parâmetro, ou seja, o parâmetro P.

[00106] Antes de tudo, a estimativa do parâmetro P dispensa a necessidade do operador de rede configurar de uma maneira detalhada o valor a ser usado; deverá ser apreciado que este valor deve, de preferência, definido de uma maneira diferente para cada célula do sistema.

[00107] Adicionalmente, não há necessidade do operador atualizar este valor/valores uma vez que o próprio sistema cuida de atualizar continuamente o parâmetro P e permanecer, assim sempre na posição de usar um valor atualizado experimentado durante os últimos estágios de operação da rede.

[00108] Um exemplo de abordagem para determinar o valor do parâmetro P está representado pelo fluxograma da Fig. 6.

[00109] Em uma primeira etapa 400, o parâmetro P é ajustado para um valor de partida, ou seja, P₀.

[00110] A etapa 402 representa uma etapa de aguardar (por um intervalo T₀ dado como um valor de entrada), onde o número total de solicitações por serviço n₀^{TOT} é registrado pela identificação do número (fração) daquelas solicitações (n₀^(1, 2)) que podem ser servidas apenas pelo sistema GSM (saída negativa da etapa 202).

[00111] Após a expiração do intervalo T₀, em uma etapa 404, o valor do parâmetro P é atualizado para um novo valor P₁ baseado na fórmula:

$$P_1 = a P_0 + (1 - a) n_0^{(1, 2)} / n_0^{TOT}$$

onde a é coeficiente de peso provido como um dado de entrada (com a incluso no intervalo 0 a 1).

[00112] Subsequentemente, em uma etapa 406, um novo valor para um intervalo de espera T₁ é computado como a seguir:

se: $n_0^{(1, 2)} / n_0^{TOT} > \text{delta1} * P_0$, então, $T_1 = 1,5 T_0$,

se: $n_0^{(1, 2)} / n_0^{TOT} < \text{delta2} * P_0$, então, $T_1 = 0,5 T_0$,

se: $\text{delta2} * P_0 < n_0^{(1, 2)} / n_0^{TOT} < \text{delta1} * P_0$, então, $T_1 = T_0$.

onde delta1 e delta2 são dois valores providos como uma entrada (ambos selecionados no intervalo 0 a 1).

[00113] Se o valor para T₁ for maior do que o valor de limiar T_{max} (que é provido como dado de entrada) ou menor do que outro valor de limiar (T_{min}), T₁ será igual a T₀.

[00114] Durante um período de espera adicional, identificado pela etapa 408 na Fig. 6, o número total de solicitações e o número de solicitações adaptadas para ser servida apenas por GSM são armazenados e, depois do período de espera T₁ ser completado, uma nova etapa é efetuada.

[00115] Em termos gerais, durante a k-ésima etapa no algoritmo

descrito, um novo valor P_k para P é computado na etapa 404, com base na fórmula geral:

$$P_k = a P_{k-1} + (1-a) n_{k-1}^{(1,2)}/n_{k-1}^{TOT},$$

onde $n_{k-1}^{(1,2)}/n_{k-1}^{TOT}$ representa a relação entre o número de solicitações por serviço referente aos primeiros dois casos (serviços adaptados para serem providos apenas pelo sistema GSM) e a quantidade total de solicitações durante o período de observação recém decorrido. Esta é novamente a fração do número de solicitações por serviço referente aos primeiros dois casos (serviços adaptados para serem providos pelo sistema GSM apenas) sobre a quantidade total de solicitações.

[00116] O novo valor para o período de espera calculado na etapa genérica k , designado T_k é uma partida computada do valor do período de espera recém expirado com base nas seguintes relações

$$\text{se: } n_{k-1}^{(1,2)}/n_{k-1}^{TOT} > \text{delta1} * P_{k-1}, \text{ então, } T_k = 1,5 T_{k-1},$$

$$\text{se: } n_{k-1}^{(1,2)}/n_{k-1}^{TOT} < \text{delta2} * P_{k-1}, \text{ então, } T_k = 0,5 T_{k-1},$$

$$\text{se: } \text{delta2} * P_{k-1} < n_0^{(1,2)} / n_0^{TOT} < \text{delta1} * P_{k-1}, \text{ então, } T_k = T_{k-1}.$$

[00117] Se o valor para T_k for maior do que o valor de limiar $T_{\max}$ (que é provido como dado de entrada) ou menor do que o outro valor de limiar ($T_{\min}$), T_k é ajustado para igual a T_k .

[00118] Consequentemente, o valor para P é atualizado levando em conta a velocidade de evolução do processo representada pela chegada de solicitações por serviço.

[00119] Especificamente, o período de espera ou observação é “modulado” fazendo-se o mesmo alternativamente maior ($T_k = 1,5T_{k-1}$) ou mais curto ($T_k = 0,5T_{k-1}$), dependendo de se o número de solicitações adaptadas para serem servidas apenas pelo sistema GSM, normalizado para o número total de solicitações por serviços, excede um limiar superior ($\text{delta1} * P_{k-1}$), ou se segue abaixo do limiar inferior ($\text{delta2} * P_{k-1}$), ambos os limiares sendo, assim, de preferência, dependentes do valor para P estimado

sobre o período anterior de observação.

[00120] Inversamente, a duração do período de espera é mantido inalterado se o valor em questão permanecer entre os dois limiares.

[00121] Essencialmente, a idéia por trás de “modular” a duração do período de observação T_k é manter a relação $n_k(1, 2) / n_{kTOT}$ dentro de uma faixa razoável.

[00122] Embora o exemplo de arranjo aqui descrito se refira a um cenário básico incluindo um sistema GSM e um sistema UMTS compreendendo uma rede de rádio móvel integrada única, a invenção é adaptada para uso em qualquer situação onde duas ou mais redes de acesso caracterizadas por padrões diferentes são usados como uma rede única.

[00123] Deve ser apreciado que o princípio subjacente da invenção não está de modo algum relacionado ao padrão GSM ou ao padrão UMTS. O arranjo descrito aqui é adaptado para uso em todos aqueles cenários nos quais os vários sistemas considerados, direta ou indiretamente, provêm um limite máximo do número de usuários de um dado serviço que pode ser administrado com os recursos de rede disponíveis (etapa 204, Figs. 4 e 5).

[00124] Este é o caso de uma situação real onde, geralmente, vários sistemas móveis de rádio têm uma quantidade de recursos de rede que é – necessariamente – limitada.

[00125] Dependendo do padrão específico considerado, o limite é dado pelas técnicas específicas de transmissão adaptadas e os vários parâmetros envolvidos.

[00126] Por exemplo, cada célula em um sistema tem um número máximo de circuitos de voz, que é estabelecido quando o sistema é dimensionado. Inversamente, em um sistema UMTS, o limite pode ser dado, dependendo do caso, pelo nível de interferência máximo que o sistema pode gerenciar com os níveis de potência disponíveis ou pelo número de códigos que pode ser usado para identificar os usuários.

[00127] Em outros sistemas (por exemplo, no caso de uma área servida por um hot-spot de WLAN) o número máximo de usuários para um dado serviço pode ser determinado com base no nível mínimo de qualidade de serviço (QoS) oferecido aos usuários. Por exemplo, pode-se ajustar o nível de limite mínimo para a taxa de transferência de dados pretendida ser oferecida a cada um dos usuários. Alternativamente, um valor máximo pode ser estabelecido para o atraso de transferência aceitável.

[00128] O exemplo de critério expresso na etapa 204 das Figs. 4 e 5 corresponde, em geral, à condição básica baseada na qual a quantidade de recursos de rede necessária de modo a suportar um número de usuários igual ao número de usuários ativos multiplicado por $(1 + P)$ tem que ser menor ou igual à quantidade máxima dos recursos de rede disponibilizados pela célula do sistema.

[00129] Esta condição geral pode ser traduzida no modo mais adequado, dependendo do sistema específico considerado.

[00130] Mais uma vez é lembrado que o arranjo aqui descrito pode ser vantajosamente aplicado a redes incluindo um único sistema de acesso, onde duas (ou mais) camadas de células hierarquicamente arranjadas co-existem.

[00131] Como é bem-conhecido, em redes de rádio móvel, essas estruturas de células hierarquicamente arranjadas são denominadas pelo acrônimo HCS (estrutura de célula hierárquica). Um único sistema onde pelo menos duas camadas diferentes co-existem (por exemplo, em forma de “macro” ou “micro” células) pode, de todo o modo, ser considerado como um sistema heterogêneo. Com ele, surge o problema de administrar em comum os recursos de rádio das células pertencentes às duas camadas. De fato, estas células são caracterizadas por áreas de cobertura (parcialmente superpostas) diferentes e diferentes recursos de rádio.

[00132] Neste caso também há a possibilidade de usar os procedimentos descritos aqui de modo a identificar a camada mais ou a mais

adequada para prover um dado serviço. Neste caso, o conceito de uma rede cuja natureza heterogênea é dada pelas diferentes tecnologias de acesso de rádio (RATs) co-existentes na rede é substituído pelo conceito de uma rede que é heterogênea em vista das diferentes camadas de células hierarquicamente arranjadas. Neste último caso, os primeiro e segundo conjuntos de recursos identificados no exemplo de modo de realização descrito aqui por dois sistemas co-existentes GSM e UMTS correspondem a duas diferentes camadas de células do mesmo padrão de comunicação celular, por meio do que os primeiro e segundo tipos de usuários (1 e 2) serão identificados com base na cobertura pelas duas mencionadas camadas de célula diferentes.

[00133] Adicionalmente, alguém experiente na técnica apreciaria prontamente que a referência a um serviço de voz como o serviço sendo solicitado e alocado em um sistema GSM ou sistema UMTS é de natureza puramente de exemplificação.

[00134] O arranjo descrito aqui pode, de fato, ser aplicado também a outros tipos de serviço. Dependendo do serviço específico considerado (e suas características em termos de perfil de qualidade a ser garantido) pode-se determinar a quantidade mínima de recursos de rádio a ser alocada para cada usuário de serviço quando um sistema específico é usado.

[00135] Consequentemente, em termos gerais, sempre que um dado serviço puder ser provido via duas (ou mais) redes de acesso de rádio, e nenhuma razão existe que possa levar a preferir um sistema específico em relação a outros, o arranjo aqui descrito pode ser usado com vantagem. Certos arranjos são adaptados para levar em consideração a possibilidade de, em certos casos, o sistema preferido é, de fato, o único sistema disponível (pelo menos no momento) por meio do que, de modo geral, não há conveniência absoluta em aguardar que o nível máximo de usuários seja atingido em um sistema antes de selecionar um sistema alternativo. Para todos estes casos, o

arranjo aqui descrito tende a maximizar a exploração do sistema mais adequado sem, entretanto, excluir recurso para o sistema alternativo, quando isto for vantajoso (e não meramente necessário).

[00136] No exemplo de arranjo aqui descrito, o sistema GSM é geralmente preferido ao sistema UMTS para prover o serviço de voz, uma vez que o sistema GSM tem sido especificamente dividido para suportar este serviço, embora ele não seja adaptado para prover outros serviços com os mesmos critérios e a mesma eficiência do sistema UMTS.

[00137] Uma tal política pode trazer um número de vantagens com ela mesma: primeiro do que tudo, ela oferece a possibilidade de explorar o sistema UMTS primariamente para oferecer serviços de dados/multimídia, quando alguns destes serviços poderiam não ser providos com a mesma eficiência com, digamos, um sistema GPRS.

[00138] Um cenário alternativo de aplicação da invenção está relacionado ao gerenciar solicitações por um serviço de dados tendo característica que torna possível suportar tal serviço tanto via uma rede UMTS como via um acesso WLAN (por exemplo, pelo uso de um sistema de acordo com o padrão conhecido como IEEE 802.11b).

[00139] Neste último caso, a área coberta pelo hot-spot de WLAN cairá dentro de uma macro-zona mais ampla coberta pelas células da rede UMTS. Consequentemente, mesmo na presença de terminais que são todos adaptados para UMTS de modo duplo e acesso a WLAN, existirão alguns casos nos quais não é possível alocar o serviço sobre o sistema WLAN, por meio do que o sistema UMTS tem que ser utilizado por necessidade devido à indisponibilidade do acesso a WLAN.

[00140] Várias razões podem existir para que o arranjo aqui descrito possa ser aplicado de modo a dar prioridade ou preferência ao sistema UMTS enquanto lançando mão do sistema WLAN apenas como uma alternativa, sempre que isto for possível e adequado. Por exemplo, podemos considera

que o uso do hot-spot de WLAN é reservado a serviços específicos diferentes dos serviços gerais providos pela rede UMTS, ou seja, serviços divisados para usuários de WLAN tendo uma baixa mobilidade enquanto sendo caracterizados por uma necessária taxa de bit maior do que a taxa de bit máxima que o sistema UMTS está em uma posição de prover.

[00141] Neste caso, o hot-spot de WLAN pode ser usado para aceitar aqueles usuários que poderiam ser servidos também pelo sistema UMTS apenas quando o número dos usuários já ativos sobre o sistema UMTS atingir um limiar superior que, caso excedido, pode causar que o sistema recuse acesso a outros usuários, evitando, desse modo, condições de congestionamento.

[00142] O procedimento descrito acima leva em consideração, via o parâmetro P da característica da solicitação alcançando a rede. De um modo muito similar, condições alternativas podem ser contempladas, enquanto retendo o princípio geral (que sublinha os arranjos descritos em detalhe acima) de levar em consideração as características da solicitação de serviços que alcança a rede sobre um certo período de tempo.

[00143] A este respeito, a condição geral expressa pela etapa 204 nas Figs. 4 e 5 pode ser expressa em termos gerais como:

- número de usuários ativos * $f(P)$ < número máximo de usuários,

onde $f(P)$ é uma função genérica do parâmetro P.

[00144] Naturalmente, o parâmetro P de probabilidade considerado acima tem um valor puramente exemplar. De fato, a invenção poderia ser facilmente implementada com base em um ou mais parâmetros alternativos adaptados para expressar a probabilidade da rede receber uma solicitação adaptada para ser alocada exclusivamente sobre um sistema com respeito à totalidade das solicitações que podem explorar todos os sistemas disponíveis.

[00145] Na descrição detalhada provida aqui, um exemplo de método

de avaliar o parâmetro P durante operação do sistema foi provido. Será apreciado que critérios alternativos existem para estimar o valor do parâmetro P (ou qualquer parâmetro equivalente como definido previamente) durante um período de tempo predeterminado. Além disso, os procedimentos descritos a um alto nível via os fluxogramas das Figs. 4 e 5 podem ser implementados e traduzidos em qualquer linguagem de programação adaptada para execução automática por equipamento de processamento, como microprocessadores incluídos nos dispositivos de rede para gerenciamento compartilhado de recursos de rádio. Especificamente, os procedimentos descritos previamente podem ser implementados em forma de vários códigos de software equivalentes por lançar mão de números diferentes de variáveis internas ou de usar um fluxo de instruções e vários princípios de comparação diferentes daqueles especificamente descritos, enquanto conduzindo a resultados essencialmente equivalentes.

[00146] Na descrição detalhada provida acima, foi feita a suposição, pelo menos implicitamente, de que as solicitações por um serviço (etapa 200) provêm de usuários (em forma de solicitação “originada de UE”).

[00147] Alguém experiente na técnica apreciará prontamente que os mesmos critérios podem ser aplicados no caso da rede atingir o usuário para oferecer um dado serviço (dando origem, desse modo, a uma solicitação assim chamada de “terminada e UE”): os procedimentos descritos acima podem ser facilmente aplicados também para gerenciar este tipo diferente de solicitações.

[00148] O desempenho do arranjo aqui descrito foi avaliado em comparação direta com arranjos alternativos conhecidos. Ênfase especial foi dada à avaliação da probabilidade de bloqueio para o serviço solicitado pela referência ao típico contexto de uso. Adicionalmente outras avaliações referentes à significância, em termos de alternativas possíveis, do limiar proposto na etapa 204 das Figs. 4 e 5 o inteiro maior mais próximo de

$M/(1+P)$, onde M é o número total dos circuitos disponíveis para tráfego de voz em um sistema GSM, enquanto P é a percentagem (fração) das solicitações por serviço de voz que pode usar exclusivamente o serviço GSM.

[00149] Comparações específicas foram feitas com aqueles procedimentos que aplicam um princípio de “transbordamento”: em um arranjo de “transbordamento”, solicitações por serviço de voz são alocadas à rede UMTS apenas quando a célula GSM não tiver mais recursos disponíveis. Comparações também foram feitas com arranjos usando um valor 0 para o limiar, ou seja, arranjos nos quais as chamadas por voz são alocadas sobre o sistema UMTS a qualquer momento em que recursos de rádio correspondentes estejam disponíveis em tal sistema.

[00150] Mais especificamente, o cenário operacional a seguir foi considerado:

- usuários solicitando serviço de voz (classe de serviço “Coloquial”) e usuários solicitando um serviço de dados (classe de serviço “Interativa”) com uma taxa de bit igual a 16kbps em enlace ascendente e 128kbps em enlace descendente;
- duração média para os dois tipos de serviços igual a 120 segundos;
- recursos para a célula GSM igual a 20 circuitos de tráfego;
- recursos de rádio na célula UMTS (UTRAN) adaptadas para suportar uma mistura racional dos dois tipos de tráfego considerados acima em um típico contexto de uso;
- intensidade do tráfego de voz igual a 20Erlang (o que significa, na ausência de uma situação de bloqueio, 20 usuários de voz estando simultaneamente ativos no sistema); e
- uma intensidade do tráfego de dados de modo a produzir um valor médio de seis seções de dados simultaneamente ativas na ausência de uma situação de bloqueio.

[00151] Os resultados obtidos usando para o parâmetro P um valor igual a 0,4 (que, para os valores considerados, corresponde a um valor de limiar igual a 15) mostram que o procedimento mostrado na Fig. 5 provêem um valor para a probabilidade de bloqueio total muito próximo ao valor mínimo teórico.

[00152] Ambos os arranjos de “transbordamento” e de “limiar 0” usados como comparação resultam em valores muito maiores para a probabilidade de bloqueio para diversas condições típicas de uso destes procedimentos. Isto provê evidência da vantagem de alocar sobre o UMTS aquelas chamadas de voz provenientes de terminais que podem usar ambos os sistemas SM e UMTS enquanto preservando recursos disponíveis no sistema GSM para aquelas chamadas de voz que – por motivo de necessidade – só podem usar o sistema GSM. Em princípio, isto afetaria negativamente os recursos de rádio do sistema UMTS, por meio do que, se o valor selecionado para o limiar for muito baixo, o sistema UMTS fica sujeito a uma alta probabilidade de bloqueio. Consequentemente, um valor de limiar ótimo existe que minimiza o desempenho de bloqueio do sistema como um todo.

[00153] Os resultados obtidos mostram que o procedimento da Fig. 5 é, geralmente, mais eficiente do que o procedimento da Fig. 4 (ou seja, uma menor probabilidade de bloqueio para o mesmo valor de limiar). Entretanto, o procedimento ligeiramente menos eficiente mostrado na Fig. 4 pode ser vantajosamente usado dentro de um RSC sem a necessidade do RCC comunicar ao BSC o status dos recursos de rádio das células controladas de UMTS; inversamente, isto é necessário no caso do procedimento da Fig. 5.

[00154] Desempenho também foi analisado no caso em que uma percentagem das solicitações por serviço de voz que pode explorar apenas o sistema GSM é diferente e 40% (o que leva a um valor para P igual a 0,4).

[00155] Por exemplo, valores para P iguais a 0,3 ou 0,5 foram considerados. Experimentos mostraram que, se P aumentar, a vantagem (em

termos de menor probabilidade de bloqueio) de considerar um limiar menor do que o limiar máximo sobre o qual as solicitações por serviços de voz são alocadas sobre o sistema UMTS aumenta, em comparação com o caso no qual solicitações são gerenciadas com base em um princípio de “transbordamento”. De fato, valores elevados para P correspondem a uma maior percentagem de solicitações por serviços de voz que tem que ser alocada por motivo de necessidade à célula GSM. De modo a gerenciar tal condição, é importante ser capaz de usar os recursos de rádio da célula GSM primariamente para esta categoria de solicitações. Os experimentos mostram que as vantagens relativas pelo uso do arranjo aqui descrito em comparação com um arranjo de “transbordamento” são crescentemente melhores à medida que o valor para P aumenta.

[00156] Outros experimentos foram executados variando-se as intensidades de ambos o tráfego de voz e o tráfego de dados obtendo-se resultados similares.

[00157] Como um todo, experimentos mostram que os resultados derivados do uso de procedimentos aqui descritos são significativamente melhores do que aqueles obtidos pelo uso de outros métodos convencionais, com base apenas na consideração de características de cada solicitação por serviços ser gerenciada no momento.

[00158] Naturalmente, sem prejuízo dos princípios subjacentes à invenção, os detalhes e os modos de realização podem variar, também significativamente, em relação ao que foi descrito e mostrado como exemplo apenas, sem se afastar do escopo da invenção como definido pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para prover um serviço a usuários, em uma rede de comunicações, incluindo pelo menos um primeiro e um segundo conjunto de recursos, o serviço a usuários de pelo menos um primeiro (1) e um segundo tipo (2), onde os usuários do primeiro tipo (1) estão em uma condição de serem providos com o mencionado serviço apenas por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos, enquanto os usuários do mencionado segundo tipo (2) estão em uma condição de serem providos com o mencionado serviço tanto por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos, como por meio do mencionado segundo conjunto de recursos, caracterizado pelo fato de incluir as etapas de:

- detectar, durante pelo menos um intervalo de tempo (T_k), o número total de solicitações do mencionado serviço provenientes dos mencionados usuários (1, 2), identificando, dentro do mencionado número total de solicitações, a fração de solicitações adaptadas a serem atendidas apenas por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos; e pelo menos um parâmetro (P) representativo da mencionada fração;

- identificar, dentro de pelo menos uma porção da mencionada rede de comunicação, um número máximo de usuários em uma condição de ser provido com o mencionado serviço por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos;

- detectar o número corrente de usuários ativos sendo correntemente providos do mencionado serviço por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos; e

- prover o mencionado serviço aos mencionados usuários do mencionado segundo tipo (2) por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos enquanto o mencionado número de usuários ativos, aumentado por um fator de ponderação como uma função ($f(P)$) do mencionado pelo menos um parâmetro (P) for menor do que o mencionado número máximo de

usuários; e

- quando o mencionado número de usuários correntemente ativos, aumentado pelo mencionado fator de ponderação $(1+P)$, atingir o mencionado número máximo de usuários, checar (208) a disponibilidade de recursos do mencionado segundo conjunto de recursos para prover o mencionado serviço aos mencionados usuários do segundo tipo (2) por meio do mencionado segundo conjunto de recursos; e

- prover o mencionado serviço aos mencionados usuários do mencionado segundo tipo (2) por meio do mencionado segundo conjunto de recursos se a etapa de checar (208) indicar a disponibilidade dos mencionados recursos do mencionado segundo conjunto de recursos.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da mencionada etapa de identificar a mencionada fração compreender a etapa de incluir também na mencionada fração solicitações de usuários do mencionado segundo tipo (2) que não podem ser temporariamente atendidos por meio do mencionado segundo conjunto de recursos.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos mencionados pelo menos um primeiro e um segundo conjunto de recursos corresponderem a dois sistemas de comunicação diferentes (GSM, UMTS).

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos mencionados pelo menos um primeiro e um segundo conjunto de recursos corresponderem a duas camadas de células diferentes do mesmo sistema de comunicação celular, por meio do que os mencionados primeiro (1) e segundo (2) tipos de usuários são identificados com base na cobertura pelas mencionadas duas camadas de células diferentes.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de definir o mencionado pelo menos um parâmetro (P) como o valor da mencionada fração.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de detectar o mencionado número total de solicitações e a mencionada fração sobre uma sequência de intervalos de tempo (T_k) e a etapa de variar no tempo a duração dos mencionados intervalos na mencionada sequência.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de variar a duração dos mencionados intervalos de tempo em relação ao tempo como uma função do mencionado pelo menos um parâmetro (P).

8. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de aumentar a duração do mencionado intervalo de tempo (T_k) com respeito ao intervalo de tempo anterior (T_{k-1}) na sequência caso a mencionada fração, como detectado durante o mencionado intervalo de tempo anterior (T_{k-1}) exceder um limiar superior ($\delta 1 * P_{k-1}$).

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de selecionar o mencionado limiar superior ($\delta 1 * P_{k-1}$) como uma função do mencionado pelo menos um parâmetro (P) identificado sobre o mencionado intervalo de tempo anterior (T_{k-1}).

10. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de diminuir a duração do mencionado intervalo de tempo (T_k) com respeito ao intervalo de tempo anterior (T_{k-1}) na sequência caso a mencionada fração, detectada durante o intervalo de tempo anterior (T_{k-1}), cair abaixo de um limiar inferior ($\delta 2 * P_{k-1}$).

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de selecionar o mencionado limiar inferior ($\delta 2 * P_{k-1}$) como uma função do mencionado pelo menos um parâmetro (P), identificado sobre o mencionado intervalo de tempo anterior (T_{k-1}).

12. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de manter a extensão do mencionado intervalo de

tempo (T_k) constante com relação à extensão do intervalo de tempo anterior (T_{k-1}) na sequência caso a mencionada fração cair entre um limiar inferior ($\delta 2 * P_{k-1}$) e limiar superior ($\delta 1 * P_{k-1}$).

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de selecionar o mencionado limiar inferior ($\delta 2 * P_{k-1}$) e o mencionado limiar superior ($\delta 1 * P_{k-1}$) como uma função do mencionado pelo menos um parâmetro (P) identificado sobre o mencionado intervalo de tempo anterior (T_{k-1}).

14. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dele incluir as etapas de selecionar o mencionado fator de ponderação como $1+P$, onde P é o mencionado pelo menos um parâmetro.

15. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da mencionada rede de comunicação ser uma rede celular e a mencionada pelo menos uma porção da dita rede de comunicação ser uma célula da mencionada rede celular.

16. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de negar (212) o provimento do mencionado serviço aos mencionados usuários do mencionado segundo tipo (2) caso a mencionada etapa de checar (208) indique a indisponibilidade dos mencionados recursos do mencionado segundo conjunto de recursos.

17. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de checagem adicional (214) da possibilidade de prover o mencionado serviço ao mencionado usuário do mencionado segundo tipo (2) por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos caso a mencionada etapa de checar (208) indique a indisponibilidade dos mencionados recursos do mencionado segundo conjunto de recursos.

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato dele incluir a etapa de prover o mencionado serviço aos mencionados usuários do mencionado segundo tipo (2) por meio do

mencionado primeiro conjunto de recursos caso a mencionada etapa de checar indique a indisponibilidade dos mencionados recursos do dito segundo conjunto de recursos.

19. Sistema para prover um serviço a usuários, em uma rede de comunicações, incluindo pelo menos um primeiro e segundo conjunto de recursos, o serviço a usuários de pelo menos um primeiro (1) e um segundo (2) tipo, onde os usuários do primeiro tipo (1) estão em condição de serem providos do mencionado serviço apenas por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos, enquanto os usuários do mencionado segundo tipo (2) estão em uma condição de serem providos do mencionado serviço tanto por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos, como por meio do mencionado segundo conjunto de recursos, caracterizado pelo fato do sistema incluir um detector (11, 22; 40) configurado para:

- detectar, durante pelo menos um intervalo de tempo (T_k), o número total de solicitações para o mencionado serviço provenientes dos mencionados usuários (1, 2), identificando, dentro do mencionado número total de solicitações, a fração de solicitações adaptadas a serem atendidas apenas por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos e pelo menos um parâmetro (P) representativo da mencionada fração;

- identificar, dentro de pelo menos uma porção da mencionada rede de comunicação, um número máximo de usuários em uma condição de ser provido com o mencionado serviço por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos;

- detectar o número corrente de usuários ativos sendo correntemente providos do mencionado serviço por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos; e

- prover o mencionado serviço aos mencionados usuários do mencionado segundo tipo (2) por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos enquanto o mencionado número de usuários ativos, aumentado por

um fator de ponderação como uma função ($f(P)$) do mencionado pelo menos um parâmetro (P) for menor do que o mencionado número máximo de usuários; e

- checar (208), quando o mencionado número de usuários correntemente ativos, aumentado pelo mencionado fator de ponderação ($1+P$), atingir o mencionado número máximo de usuários, a disponibilidade de recursos do mencionado segundo conjunto de recursos para prover o mencionado serviço aos mencionados usuários do segundo tipo (2) por meio do mencionado segundo conjunto de recursos; e

- prover o mencionado serviço aos mencionados usuários do mencionado segundo tipo (2) por meio do mencionado segundo conjunto de recursos se a etapa de checar (208) indicar a disponibilidade dos mencionados recursos do mencionado segundo conjunto de recursos.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato do mencionado detector (11, 22; 40) ser configurado para identificar a mencionada fração, incluindo também na mencionada fração solicitações de usuários do mencionado segundo tipo (2) que não podem ser temporariamente atendidas por meio do mencionado segundo conjunto de recursos.

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato dos mencionados pelo menos um primeiro e um segundo conjunto de recursos corresponderem a dois sistemas de comunicações diferentes (GSM, UMTS).

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato do mencionado pelo menos um primeiro e um segundo conjunto de recursos corresponderem a duas camadas de célula diferentes do mesmo sistema de comunicação celular, por meio do que o mencionado primeiro (1) e segundo (2) tipos de usuários são identificados com base na cobertura pelas mencionadas duas camadas de célula diferentes.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado

pelo fato do mencionado detector (11, 22; 40) ser configurado para definir o mencionado pelo menos um parâmetro (P) como o valor da mencionada fração.

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato do mencionado detector (11, 22; 40) ser configurado para detectar o mencionado número total de solicitações e a mencionada fração sobre uma sequência de intervalos de tempo (T_k) e para variar com o tempo a duração dos mencionados intervalos na mencionada sequência.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato do mencionado detector (11, 22; 40) ser configurado para variar a duração dos mencionados intervalos de tempo em relação ao tempo em função do mencionado pelo menos um parâmetro (P).

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato do mencionado detector (11, 22; 40) ser configurado para aumentar a duração do mencionado intervalo de tempo (T_k) em relação ao intervalo de tempo anterior (T_{k-1}) na sequência, caso a mencionada fração, detectada durante o mencionado intervalo de tempo anterior (T_{k-1}), exceda um limiar superior ($\delta 1 * P_{k-1}$).

27. Sistema, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato do mencionado detector (11, 22; 40) ser configurado para selecionar o mencionado limiar superior ($\delta 1 * P_{k-1}$) como uma função do mencionado pelo menos um parâmetro (P) identificado sobre o mencionado intervalo de tempo anterior (T_{k-1}).

28. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato do mencionado detector (11, 22; 40) ser configurado para diminuir a duração do mencionado intervalo de tempo (T_k) em relação ao intervalo de tempo anterior (T_{k-1}) na sequência, caso a mencionada fração, detectada durante o mencionado intervalo de tempo anterior (T_{k-1}), cair abaixo de um limiar inferior ($\delta 2 * P_{k-1}$).

29. Sistema, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato do mencionado detector (11, 22; 40) ser configurado para selecionar o mencionado limiar inferior ($\delta 2 \cdot P_{k-1}$) como uma função do mencionado pelo menos um parâmetro (P) identificado sobre o mencionado intervalo de tempo anterior (T_{k-1}).

30. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato do mencionado detector (11, 22; 40) ser configurado para manter a extensão do mencionado intervalo de tempo (T_k) constante com relação à extensão do intervalo de tempo anterior (T_{k-1}) na sequência, caso a mencionada fração caia entre um limiar inferior ($\delta 2 \cdot P_{k-1}$) e um limiar superior ($\delta 1 \cdot P_{k-1}$).

31. Sistema, de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato do mencionado detector (11, 22; 40) ser configurado para selecionar o mencionado limiar inferior ($\delta 2 \cdot P_{k-1}$) e o mencionado limiar superior ($\delta 1 \cdot P_{k-1}$) como uma função do mencionado pelo menos um parâmetro (P) identificado sobre o mencionado intervalo de tempo anterior (T_{k-1}).

32. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato do mencionado detector (11, 22; 40) ser configurado para selecionar fator de ponderação como $1 + P$, onde P é o mencionado pelo menos um parâmetro.

33. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato da mencionada rede de comunicação ser uma rede celular e a mencionada pelo menos uma porção da rede de comunicação ser uma célula da mencionada rede celular.

34. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato do dito detector ser configurado para negar (212) o provimento do mencionado serviço aos mencionados usuários do mencionado segundo tipo (2) caso a mencionada etapa de checar (208) indicar a indisponibilidade dos mencionados recursos do mencionado segundo conjunto de recursos.

35. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato do dito detector ser configurado para checar (214) adicionalmente a possibilidade de prover o mencionado serviço ao mencionado usuário do mencionado segundo tipo (2) por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos, caso a mencionada etapa de checar (208) indicar a indisponibilidade dos mencionados recursos do mencionado segundo conjunto de recursos.

36. Sistema, de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato do dito detector ser configurado para prover o mencionado serviço aos mencionados usuários do mencionado segundo tipo (2) por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos caso a mencionada checagem indicar a indisponibilidade dos mencionados recursos do mencionado segundo conjunto de recursos.

37. Rede de comunicações incluindo pelo menos um primeiro e segundo conjunto de recursos, dita rede de comunicações compreendendo um sistema para prover um serviço a usuários de pelo menos um primeiro (1) e um segundo (2) tipo, onde os usuários do primeiro tipo (1) estão em condição de serem providos do mencionado serviço apenas por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos, enquanto os usuários do mencionado segundo tipo (2) estão em uma condição de serem providos do mencionado serviço tanto por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos, como por meio do mencionado segundo conjunto de recursos, caracterizado pelo fato do sistema incluir um detector (11, 22; 40) configurado para:

- detectar, durante pelo menos um intervalo de tempo (T_k), o número total de solicitações para o mencionado serviço provenientes dos mencionados usuários (1, 2), identificando, dentro do mencionado número total de solicitações, a fração de solicitações adaptadas a serem atendidas apenas por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos e pelo menos um parâmetro (P) representativo da mencionada fração;

- identificar, dentro de pelo menos uma porção da mencionada rede de comunicação, um número máximo de usuários em uma condição de ser provido com o mencionado serviço por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos;

- detectar o número corrente de usuários ativos sendo correntemente providos do mencionado serviço por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos; e

- prover o mencionado serviço aos mencionados usuários do mencionado segundo tipo (2) por meio do mencionado primeiro conjunto de recursos enquanto o mencionado número de usuários ativos, aumentado por um fator de ponderação como uma função ($f(P)$) do mencionado pelo menos um parâmetro (P) for menor do que o mencionado número máximo de usuários; e

- checar (208), quando o mencionado número de usuários correntemente ativos, aumentado pelo mencionado fator de ponderação ($1+P$), atingir o mencionado número máximo de usuários, a disponibilidade de recursos do mencionado segundo conjunto de recursos para prover o mencionado serviço aos mencionados usuários do segundo tipo (2) por meio do mencionado segundo conjunto de recursos; e

- prover o mencionado serviço aos mencionados usuários do mencionado segundo tipo (2) por meio do mencionado segundo conjunto de recursos se a etapa de checar (208) indicar a disponibilidade dos mencionados recursos do mencionado segundo conjunto de recursos.

Fig. 1

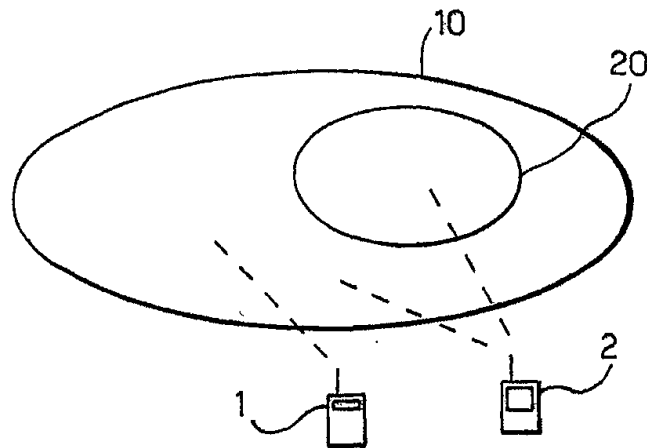


Fig. 2

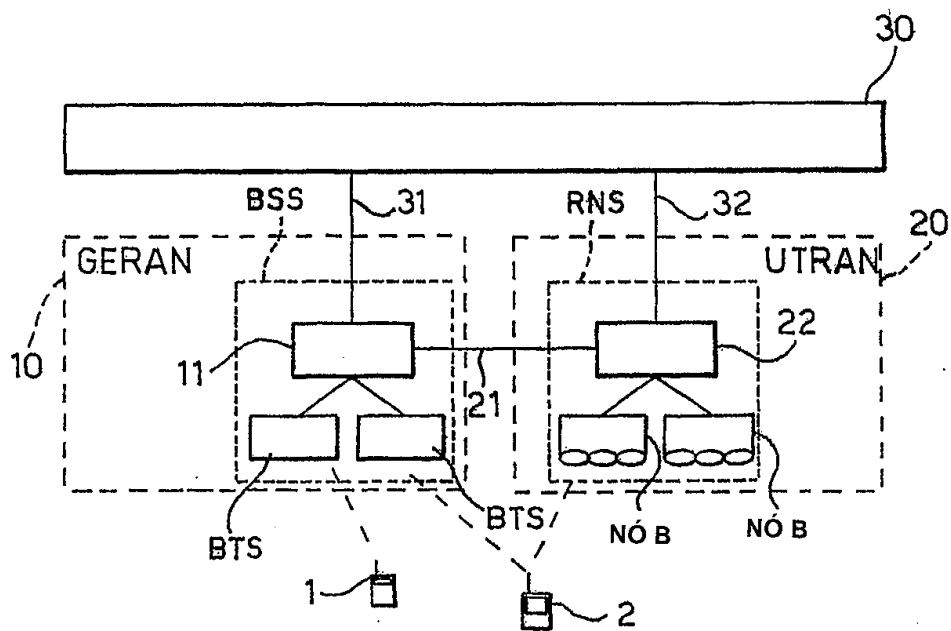


Fig-3

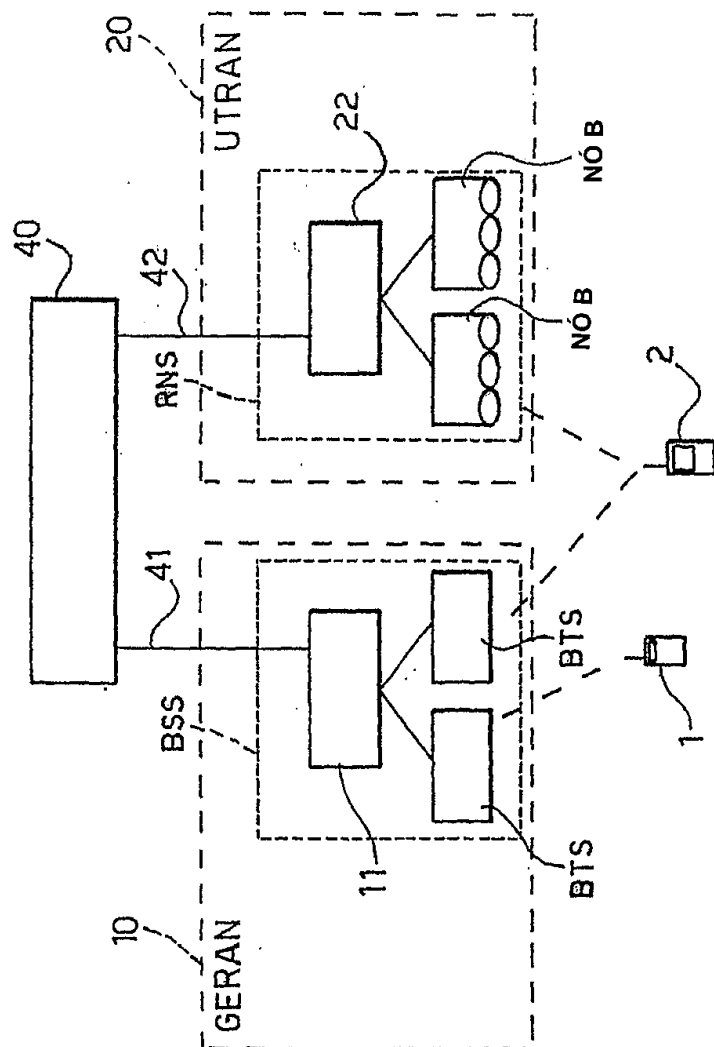


Fig. 4

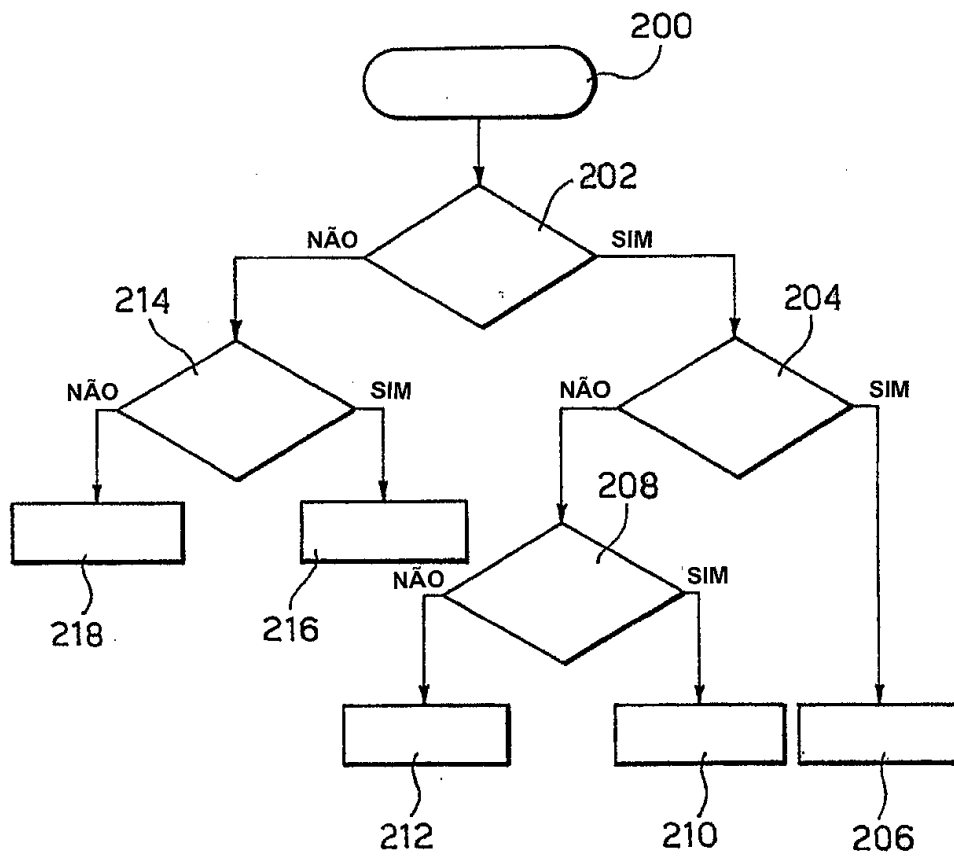


Fig. 5

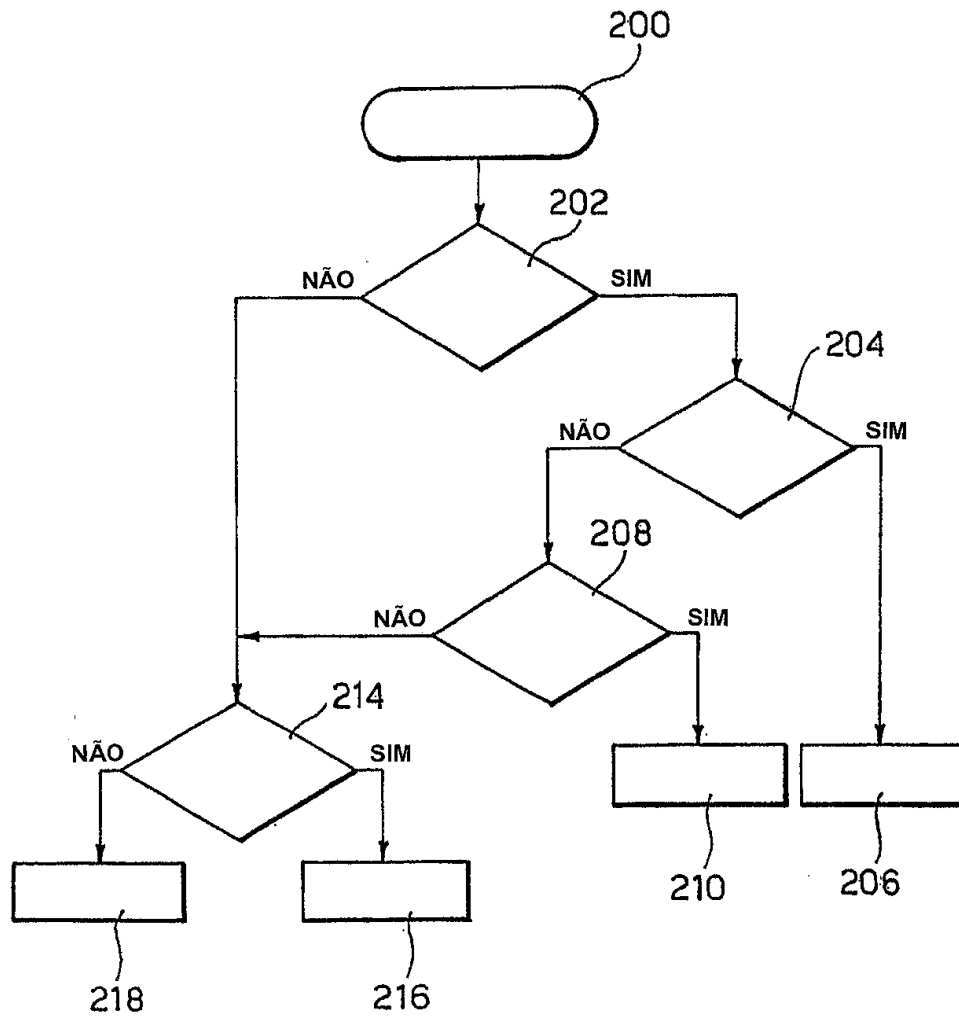


Fig. 6

