



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

(11) PI 0318674-1 B1

(22) Data do Depósito: 22/12/2003

(45) Data de Concessão: 14/03/2017



(54) Título: MÉTODOS PARA PLANEJAR UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES PARA EQUIPAMENTO DE RÁDIO E PARA LIMITAR INTERFERÊNCIA CAUSADA PELA RADIODIFUSÃO DE CANAL PILOTO COMUM, REDE DE RÁDIO, E SISTEMA DE PROCESSAMENTO PARA PLANEJAR 5 UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES PARA EQUIPAMENTO DE RÁDIO

(51) Int.Cl.: H04W 16/18; H04B 7/005; H04B 7/26; H04W 52/34; H04W 52/32

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

(72) Inventor(es): INDRO FRANCALANCI; MASSIMILIANO PANICO

“MÉTODOS PARA PLANEJAR UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES
PARA EQUIPAMENTO DE RÁDIO E PARA LIMITAR
INTERFERÊNCIA CAUSADA PELA RADIODIFUSÃO DE CANAL
PILOTO COMUM, REDE DE RÁDIO, E SISTEMA DE
5 PROCESSAMENTO PARA PLANEJAR UMA REDE DE
TELECOMUNICAÇÕES PARA EQUIPAMENTO DE RÁDIO”

Campo técnico

A presente invenção refere-se, em geral, a planejamento de
uma rede de telecomunicações para equipamento de rádio e, mais
10 especificamente, refere-se a um método, um sistema e a um produto de
programa de computador para planejar uma rede de telecomunicações para
equipamento de radio incluindo uma pluralidade de células arranjadas em
uma área geográfica.

Em particular, a presente invenção refere-se a um método para
15 planejar uma rede de telecomunicações dando atenção à limitação do
fenômeno de poluição piloto, em adição a um sistema de processamento ou
grupo de programas para efetuar o método acima.

Fundamentos da invenção

Redes de telecomunicações, particularmente para equipamento
20 móvel de rádio do tipo celular, são caracterizados pela divisão da rede
cobrindo a área geográfica em uma pluralidade de células, cada uma das quais
é definida como o conjunto de áreas territoriais elementares (pixels) servidas
pelo sinal radioelétrico radiodifundido pela antena de uma estação rádio base
fixa.

25 Redes de telecomunicações para terminais móveis de rádio de
terceira geração UMTS (Sistema de Telecomunicações Móvel Universal)
usam, conforme sabido, uma interface de rádio baseada na técnica CDMA
(Acesso Múltiplo por Divisão de Código).

Entre as redes celulares conhecidas, aquelas que usam uma

técnica de acesso CDMA mostram a peculiaridade da mesma banda de frequência (canal) poder ser usada em diferentes células, de modo que a passagem de um terminal móvel de uma célula para outra (transferência de passagem) pode ser gerenciada pelo uso da mesma frequência. Esta técnica é conhecida como “transferência de passagem suave”.

O mecanismo de “transferência de passagem suave” provê que, em áreas particulares, chamadas de áreas de transferência de passagem suave ou de macro-diversidade, um terminal móvel é capaz de decodificar os sinais de muitas antenas e, por conseguinte, trocar informação com muitas Estação Rádio Base (RBS).

A localização das áreas de macro-diversidade e do dimensionamento das mesmas são altamente importantes para a operação correta e dimensionamento de equipamento de célula em uma rede de telecomunicações, uma vez que, como é óbvio, um terminal móvel em macro-diversidade encaixa recursos de todas as Estação Rádio Base com as quais ele esteja simultaneamente conectado;

Uma outra peculiaridade de redes UTMS consiste no fato dessas redes serem adaptadas para prover uma pluralidade de serviços, como por exemplo:

- telefone;
- fax;
- vídeo-telefone;
- acesso à Internet,

e pelo fato de cada um desses serviços ter, geralmente, características específicas de serviço em termos de velocidade (número de bits por segundo) e tráfego (quantidade, simétrica ou assimétrica).

Decorre que, ao se planejar uma rede, o dimensionamento da célula deve, conjuntamente, levar em consideração as características de cada serviço e o possível agrupamento de serviços sobre uma única portadora de

rádio, como provido em concordância com a técnica de acesso CDMA.

Por conseguinte, o planejamento de redes UTMS, devido a sua peculiaridade, é uma atividade complexa que exige abordagens substancialmente diferentes para aquelas usadas até o momento para redes
 5 móveis conhecidas, como GSM (Sistema Global para Comunicação Móvel) ou IS95 (Padrão Interim).

Os métodos conhecidos para simular redes UTMS podem se agrupados, de acordo com suas abordagens, em duas famílias diferentes: “métodos“estatísticos” e métodos “determinísticos”.

10 Métodos estatísticos são baseados principalmente em uma abordagem tipo Montecarlo (referência à 3GPP TR 25.942 v6 0.0 2002-12 – “RF System Scenarios- Release 6”).

O termo “simulação Montecarlo” é normalmente empregado para ressaltar uma simulação estática composta de uma série de “enfoques”
 15 estatisticamente independente. Após ter fixado o objeto de cenário do estudo, cada enfoque consiste em uma realização de um processo estocástico gerado iniciando de distribuições diferentes de usuários na área examinada. Ao final de cada enfoque, indicadores de desempenho de rede são providos como resultados. A simulação termina com a análise estatística de vários
 20 indicadores de desempenho providos pelos enfoques, para a qual a quantidade dos mesmos deve ser suficiente para garantir estabilidade estatística de resultados que determinarão tal planejamento.

Trata-se de uma metodologia bastante específica que é particularmente adaptada para examinar desempenhos de uma rede, por
 25 exemplo, do tipo UMTS, que é escassamente geograficamente estendida, mas que, devido a um modelo intrínseco de “lentidão” devida à convergência estatística de resultados, não pode ser estendida para o tratamento de redes desse tipo relacionadas a áreas geográficas que podem ser comparadas com aquelas de uma nação como Itália, por exemplo.

Métodos determinísticos, embora mantendo a característica de análise estática, simetricamente levam em consideração todos os pixels de território sobre o qual a rede insiste e, claramente, são mais adaptados para o planejamento de redes, por exemplo, do tipo UMTS, relacionadas a áreas geográficas muito extensas, mesmo se o resultado tiver geralmente menores níveis de conformidade com a realidade evolutiva. Diferente dos métodos Montecarlo, eles têm como entrada uma única distribuição de usuários e são executados em uma única simulação sem a necessidade de agregações estatísticas de resultados.

Dependendo de uma série de simulações usando um dos métodos previamente mencionados, é possível realizar um processo de planejamento que resulta em um conjunto de parâmetros de configuração de rede a ser adotado para alcançar desempenhos que a rede tem que garantir para os usuários providos.

Entre os objetivos em termos de desempenhos de um processo de planejamento efetuado usando qualquer método de simulação, seja um estatístico ou determinístico, a limitação do fenômeno “poluição piloto” se torna importante.

Como todo sistema móvel de rádio celular, o sistema UMTS também provê canais de controle comuns que são espalhados dentro de toda a área de cada célula. Esses canais transmitem informação de sistema que é obrigatória para terminais de recepção.

Entre estes, o canal piloto CPICH (canal piloto comum) é um canal físico em enlace descendente que transmite uma seqüência predefinida de bits a 30kbits/s e é usado por terminais móveis para sincronização à rede. O sinal de canal piloto atua como “farol” para ressaltar a existência de uma estação base próxima aos terminais de recepção da rede.

Cada célula transmite seu próprio sinal piloto a uma frequência comum, e com uma potência que é uma fração da potência máxima que pode

ser radiodifundida pela célula. A comparação entre potências de sinais de diferentes canais piloto permite que os terminais reconheçam a estação base de servidor e gerenciem possíveis processos de transferência de passagem.

Se um terminal estiver em uma área na qual ele recebe os sinais piloto de células que podem ser gerenciados pelo terminal e com potências comparáveis, resultará um fenômeno de interferência conhecido por “poluição piloto” que pode criar uma capacidade menor de transmissão na área ou mesmo à perda de chamadas presentes. Este fenômeno implica também em maior consumo de potência de terminal interno devido ao aumento de exigências de processamento. De fato, nesta situação, o terminal móvel troca continuamente de conjunto de células ao qual está conectado em macro-diversidade (assim chamado “conjunto ativo”), uma vez que a quantidade de células candidatas à macro-diversidade é maior do que a quantidade máxima de células que pode ser gerenciada pelo próprio terminal.

A poluição piloto, por conseguinte, é um indicador de quantas células em excesso são percebidas por um terminal móvel de rádio quando ele estiver conectado a uma rede (e, portanto, de quantas células em excesso seria percebidas por um terminal móvel de rádio uma vez conectado à rede sendo planejada) com respeito a sua capacidade de gerenciar células (quantidade máxima de células às quais ele pode ser conectado em macro-diversidade) e com respeito aos parâmetros sendo estabelecidos na rede.

Para estas finalidades, sistemas e métodos são conhecidos na técnica para planejar redes UMTS que levam em consideração o fenômeno de poluição piloto, por exemplo, a 3g Tool pela Aircom International com base em um método Montecarlo, e o NPSW (Network Planning Strategies para WCDMA), Tool pela Nokia (ver manual: “Radio Network Planning Optimization for UMTS”, Joana et al., Wiley&Sons, 2002) com base em um método determinístico.

A Requerente detectou que, a partir de parte da técnica

conhecida, a avaliação da poluição piloto é realizada com base em informações relacionadas às coberturas eletromagnéticas e parâmetros estabelecidos na rede, tais como, por exemplo, a profundidade de macro-diversidade (em dBm) e a quantidade máxima de células às quais o terminal
5 pode ser conectado em macro diversidade (“conjunto ativo”). O Requerente observou ainda que o planejamento de uma configuração de rede que limita o fenômeno de poluição piloto baseado apenas no conhecimento das coberturas eletromagnéticas das células não otimiza o uso de recursos de rede, uma vez
10 que os recursos de rede são pagos também em áreas onde eles não seriam necessários, ou seja, em áreas não-críticas em relação ao perfil de oferta de serviço, onde a quantidade de usuários que acessa a rede é bem menor.

Sumário da invenção

O objetivo da presente invenção é realizar um método e sistema para planejar uma rede de telecomunicações para equipamento de
15 rádio que funciona sem os limites descritos na técnica anterior e que seletivamente otimizam a configuração de rede dependendo da probabilidade de ocorrência de poluição piloto em áreas críticas, ou seja, com uma alta probabilidade de gerar tráfego.

De acordo com a presente invenção, este objetivo é atingido
20 com um método de um sistema para planejar uma rede de telecomunicações cujas características podem ser encontradas nas reivindicações independentes.

Um outro objetivo da presente invenção é um programa de processamento ou grupo de programas conforme reivindicado.

Sinteticamente, a presente invenção é baseada na suposição de
25 que desempenhos de uma rede depenem também da densidade de ativação por usuário, ou seja, das características de tempo de atividades de rede (tráfego variável).

Em outros termos, se um pixel tiver uma oferta de tráfego muito pequena, não é conveniente que o fenômeno de poluição piloto seja

levado em consideração pelo operador de telefone relevante, uma vez que o fenômeno afeta negativamente um número limitado de usuários. Vice-versa, se o mesmo pixel for caracterizado por um alto valor de tráfego oferecido com a consequência de que os terminais móveis têm que aumentar sua
 5 potência de processamento, uma vez que eles recebem da estação base de servidor um sinal piloto cuja potência é comparável com aquela dos canais piloto de células adjacentes, sob tal situação é conveniente que o fenômeno de poluição piloto seja levado em conta pelo operador de telefone, uma vez que este fenômeno afeta negativamente um grande número de usuários.

10 Resulta que a minimização do fenômeno de poluição piloto é particularmente importante em áreas de território onde a probabilidade de gerar tráfego é alta (por exemplo, centros urbanos, rodovias), enquanto não é um problema significativo em áreas com escassa probabilidade de geração de tráfego (por exemplo, áreas desabitadas, florestas).

15 A presente invenção, por conseguinte, é baseada no princípio de avaliar o fenômeno de poluição piloto dependendo da quantidade de tráfego esperada na área de território em planejamento, ou seja, a probabilidade de solicitação de serviço proveniente de pixels únicos.

Os critérios inovadores de estimar a poluição piloto podem ser
 20 usados – em um processo de planejamento de uma rede de telecomunicações célula – ao avaliar o domínio de célula ou as áreas de serviço, como ficará mais claro pela descrição detalhada a seguir.

Descrição detalhada das figuras

Vantagens e características adicionais da presente invenção
 25 ficarão aparentes da descrição detalhada a seguir, provida como um exemplo não-limitativo com referência aos desenhos anexos, nos quais:

a Fig. 1 é um diagrama simplificado de um sistema para planejar uma rede de telecomunicações para equipamento de rádio de acordo com a invenção;

as Figs. 2a e 2b são fluxogramas de duas variações do método para planejar uma rede de telecomunicações para equipamento de rádio de acordo com a invenção; e

a Fig. 3 é uma representação esquemática de três células de rede afetadas pelo fenômeno de poluição piloto.

Descrição detalhada da invenção

Com referência à Fig. 1, um sistema é essencialmente mostrado para planejar uma rede de telecomunicações para equipamento ou terminais de rádio (por exemplo, terminais móveis de rádio, ou mais simplesmente, terminais móveis). Ele compreende, por exemplo, uma estação de trabalho computadorizada 10, de um tipo conhecido, tendo um subsistema de processamento (módulo básico) 12, um dispositivo de exibição (mostrador) 14, um teclado 16, um dispositivo apontador (mouse) 18 e um dispositivo para conexão a uma rede local (barramento de rede) 20.

Como estação de trabalho 10, por exemplo, o modelo J6700 de Hewlett-Packard Company pode ser usado, tendo uma CPU de 750MHz, uma memória RAM de 10Gbyte, um drive de disco interno de 10Gbyte e um sistema operacional do tipo UNIT.

A estação de trabalho é arranjada para processar grupos ou módulos de programas armazenados em um disco ou acessíveis na rede, e exibir resultados no mostrador 14. Grupos ou módulos de programas são programas de processamento e computação que realizam um método para planejar uma rede de telecomunicações, por exemplo, um método determinístico conhecido em seus termos gerais pela WO-A-02/35.872.

O sistema de acordo com a invenção compreende adicionalmente um subsistema de discos 22, de um tipo conhecido, conectado por meio de uma conexão de rede 20 à estação de trabalho 10 e adaptado para conter bases de dados de referência armazenadas no mesmo, como será descrito com detalhe adiante, com referência à implementação do método de

acordo com a invenção.

Obviamente, as bases de dados também podem ser armazenadas, caso de tamanhos limitados, na unidade de disco de estação de trabalho 10 sem, desse modo, mudar as características da invenção. Além disso, o sistema pode ser arranjado para a conexão a outra entrada/saída, dispositivos periféricos locais ou remotos, ou pode consistir de um sistema de processamento do tipo distribuído, mas tais arranjos aqui descritos são considerados bem-conhecidos na técnica e não serão adicionalmente descritos aqui, uma vez que não são relevantes para executar e compreender a presente invenção.

Em geral, o sistema na configuração descrita ou em outras configurações equivalentes é arranjado para planejar e dimensionar uma rede de telecomunicações para terminais de rádio dependendo de programas ou grupos de programas (módulos) implementados para executar o método de acordo com a invenção e com a ajuda de bases de dados armazenadas no subsistema de discos 22.

Meramente como um exemplo, a presente invenção será aplicada a um método determinístico para planejar uma rede UMTS sinteticamente designada aqui abaixo com referência às Figs. 2a e 2b e conhecido da WO-A-02/35.872, mas obviamente ela pode encontrar aplicação em qualquer outro método de planejamento de rede do tipo CDMA, determinístico ou estatístico.

O método de planejamento compreende uma pluralidade de etapas que podem se agrupadas em quatro blocos lógicos:

um primeiro bloco 200 para preparar dados necessários a planejamento de rede;

um segundo bloco 300 para planejar e dimensionar a rede dependendo da conexão de rádio de um terminal móvel para a Estação rádio base (seção de “enlace ascendente”);

um terceiro bloco 400 para checar o dimensionamento

efetuado no bloco 300; e

um quarto bloco 500 para refinar o planejamento e dimensionamento de rede dependendo da conexão de rádio da Estação rádio base com terminais móveis (seção de “enlace descendente”).

- 5 O primeiro bloco 200 compreende as operações de computar áreas de cobertura de célula (etapa 220, computar ou prever distribuição de tráfego sobre o território (etapa 24) e computar domínios de células (etapa 260).

Tamanhos e características de cada cobertura, ou seja, dos lócus de áreas ou pixels de território elementares nos quais o sinal rádio-elétrico radiodifundido por uma estação de rádio fixa é recebido dentro de um
10 alcance predeterminado (por exemplo, 80km) são computados dependendo das bases de dados de morfologia de território 232, e características radioelétricas das Estação Rádio Base 234.

O processamento pelo sistema é automático e o sistema é
15 adaptado para mostrar graficamente os resultados de computação no mostrador 14 da estação de trabalho 10.

O tráfego oferecido para cada serviço por área elementar (pixel) é estimado de acordo com as diferentes abordagens possíveis sobre uma base de dados de tráfego 250, por exemplo, pela exploração de uma
20 informação de referência pré-existente como médias de tráfego de voz do tipo GSM, ou estimar os valores de tráfego pixel por pixel dependendo da informação provida por agências de marketing.

A etapa de computar domínios provê a computação, dentro de cada área de cobertura, usando modelos de propagação realísticos
25 relacionados à área afetada, dos lócus de pixels no qual o sinal rádio-elétrico pode ser decodificado por um terminal móvel quando apenas o ruído termal estiver presente.

A computação de Domínios é específica para redes UMTS e para a seção de enlace descendente, e é efetuada tomando como referência a

família de serviços que mostra limites mais flexíveis, ou seja, este serviço ou esta família de serviços que exige o menor valor de potência recebida de um terminal móvel de modo a ser capaz de decodificar o sinal rádio-elétrico. Em particular, o domínio para cada célula é computado pela verificação para cada pixel de cobertura se o sinal rádio-elétrico é recebido com uma potência maior do que o limiar determinado dependendo do serviço mais liberado.

Domínios não são mutuamente exclusivos e haverá regiões de interseção contendo pixels pertencentes a mais de um domínio.

O processamento pelo sistema é automático e o sistema é adaptado para mostrar graficamente os resultados de computação sobre o mostrador 14 da estação de trabalho 10.

O bloco 300 compreende as operações de computar áreas de serviço (etapa 320) e computar áreas de macro-diversidade (etapa 340).

Ao planejar e dimensionar a rede, a etapa de computar áreas de serviço, pela exploração de informação de tráfego, e informação relativa a domínio, permite dimensionar a “área de serviço” para cada célula, ou seja, o conjunto de pixels no qual seja realmente possível prover o Serviço do possível conjunto de serviços UMTS agrupados sobre uma única portadora de rádio (família de Serviços).

Áreas de serviço são exclusivas, ou seja, cada pixel pertence a uma única área de serviço, e elas não podem ser mais largas do que seus respectivos domínios. A computação para localizar as áreas de serviço é efetuada em duas etapas: uma primeira etapa de efetivamente computar as áreas e uma segunda etapa de checa para verifica as áreas fora-de-ordem (interrupção) devido à potência limitada de móvel ou verificar a potência da Estação rádio base.

Processamento pelo sistema é automático e o sistema é adaptado para mostrar graficamente os resultados de computação no mostrador 14 da estação de trabalho 10.

A etapa de checar para verificar as áreas fora-de-ordem (interrupção) completa a computação de áreas de serviço, verificando pixel por pixel e para cada serviço ou família de serviços se condições operacionais impostas na simulação relacionada a terminais móveis estão garantidas, levando em conta a classe de potência de terminal real.

Se a condição for garantida (ou seja, todos os pixels em áreas de serviço computadas têm uma potência compatível com a classe de terminais móveis considerados) o método passa à computação de áreas de macro-diversidade na etapa 340, caso contrário, ele retorna para computar novamente novas áreas de serviço.

Finalmente, na etapa 340, o locus de pixels é localizado, no qual um terminal móvel é capaz de decodificar o sinal proveniente de muitas Estação Rádio Base. A computação de áreas de macro-diversidade é efetuada pela análise, para cada área de serviço computada, pixels fora dessa área, mas dentro do domínio correspondente e verifica se esses pixels podem ser servidos de acordo com um mecanismo de macro diversidade pelas Estação Rádio Base de células adjacentes.

Neste caso, também, o sistema é arranjado para exibir graficamente os resultados obtidos no mostrador 14 da estação de trabalho 10.

A definição dessas áreas de serviço é importante, tanto devido à macro-diversidade ser relevante para a correta operação de sistemas CDMA (e, portanto, ser necessária para verificar sua existência), como devido à extensão das áreas localizadas afetar o dimensionamento de equipamento de célula: de fato, um móvel na macro-diversidade envolve recursos sobre todas as Estações Base com as que esteja conectado.

Uma etapa final (bloco 400) de refinar o processo de planejamento, que corretamente leva em consideração os efeitos de interferência intracelular e Inter células que nas etapas anteriores foram estimados com uma metodologia simplificada, permite compensar as

aproximações introduzidas nas etapas anteriores e verificar a presença de possíveis áreas de indisponibilidade para prosseguir com a definição detalhada de plantas a serem instaladas.

5 Esta etapa de verificar o dimensionamento efetuado implica na checagem de áreas que estejam sob condições de indisponibilidade ou fora-de-ordem (“interrupção”) devido a uma baixa razão de portadora/interferência (C/I), e torna possível refinar os tamanhos de áreas de serviço computadas.

10 O sistema passa então para o bloco 500, para refinar o planejamento e dimensionamento da rede, dependendo da conexão de rádio da Estação rádio base com os terminais móveis (seção de “enlace descendente”) dependendo de dados previamente obtidos.

A invenção compreende a definição de uma etapa de computação adicional 600 adaptada para prover uma estimativa de poluição piloto relativa ao tráfego esperado na área de território seno planejada,

15 Esta etapa de computação pode ser inserida, por exemplo, a jusante da avaliação dos domínios da célula (etapa 260) ou a montante da computação de áreas de serviço (etapa 320), para um seguinte refino quando definindo essas áreas pela comparação com um nível tolerado pré-estabelecido de poluição piloto.

20 A Fig. 3 mostra esquematicamente três células C_i , C_j , C_k de uma rede UTMS, cada uma das quais compreende um conjunto de áreas de território elementares (pixels) adaptadas para receber um sinal de rádio radiodifundido pelas respectivas Estação Rádio Base, respectivamente designadas por SRB , SRB' , SRB'' .

25 Cada Estação rádio base difunde canais de controle a uma frequência comum, entre os quais o canal piloto comum $CPICH$. Um equipamento móvel ME localizado em um pixel genérico (m, n) de célula C_i (célula de servidor) está sujeito a receber sinais de canais piloto comuns designados como $CPICH$, $CPICH'$, $CPICH''$ e, respectivamente,

radiodifundidos pelas Estação Rádio Base SRB, SRB', SRB''.

Quando o equipamento ME puder ser encontrado em uma área na qual ele recebe esses sinais piloto com potências comparáveis, se o número de células recebidas exceder o número máximo de células gerenciáveis, um fenômeno de poluição piloto resulta. Esse fenômeno é particularmente crítico em áreas caracterizadas por um alto valor de tráfego oferecido, onde um serviço de baixa qualidade seria oferecido a um número grande de usuários.

De modo otimizar a minimização desse fenômeno, é importante conhecer em que áreas de território a probabilidade de gerar tráfego é alta. O processo inovador para localizar e quantificar contribuições de interferência devido à poluição piloto é aplicado a cada par de células e está descrito abaixo.

Uma matriz quadrada IM_{poll} é definida, cujas dimensões são $N_{células} \times N_{células}$, onde $N_{células}$ representa o número de células na área sob planejamento, na qual o elemento genérico $IM_{poll}[i, j]$ é computado para cada par de células (i, j) de acordo com a fórmula:

$$IM_{poll}[i, j] = \begin{cases} \frac{\sum_{s \in SERV_i} \sum_{(m,n) \in \Omega_i} \frac{RSCP_{(m,n)}^j}{RSCP_{(m,n)}^i} \cdot T_{(m,n)}^s \cdot R_s}{Npix_i \cdot \sum_{s \in SERV_i} T_s^i \cdot R_s} & \text{if } i \neq j \\ 0 & \text{if } i = j \end{cases}$$

onde :

- Ω_i é o conjunto de pixels compondo a i-ésima área de célula, por exemplo, a i-ésima área de serviço de célula ou sua área CPICH de Melhor Servidor na qual o sinal de canal piloto tem um maior valor de potência do que qualquer outro sinal piloto;

- $Npix_i$ é o tamanho, em pixels, do conjunto Ω_i ;

- (m, n) é o pixel genérico pertencente à área de território sendo planejada;

- $SERV_i$ é o conjunto de serviços gerenciado pela i -ésima célula;
- $T^S_{(m,n)}$ é o tráfego oferecido em pixel m, n sobre serviço S ;
- R_S é a máxima velocidade de transmissão de Enlace

descendente (taxa de bit) de serviço S ;

- 5 - T^S é o tráfego total de serviço S , estando presente sobre a área representada por Ω_i ; e

 - $RSCP^k_{(m,n)}$ é a potência do sinal recebido do canal piloto CPICH (potência de Código de Sinal Recebido) na k -ésima célula pelo pixel (m, n) na área Ω_i , equivalente ao nível de potência da k -ésima célula no pixel (m, n) computado na etapa de computar coberturas eletromagnéticas.

10

O termo de matriz genérico $IM_{poll}[i, j]$ representa a média, estendida para o conjunto Ω_i , da razão entre sinal de interferência e sinal útil relativo a canais CPICH de células i e j , ponderado pelo tráfego oferecido na área Ω_i , sobre serviços possíveis. Elementos de matriz são, por definição, números incluídos entre 0 e 1.

15

O termo $IM_{poll}[i, j]$ representa, desse modo, um índice de sensibilidade de tráfego contido em Ω_i em relação á contribuição de interferência de poluição piloto provida pela célula j . valores altos (próximo a 1) correspondem a uma contribuição de maior importância de interferência da célula j para o tráfego na área Ω_i .

20

Esta abordagem inovadora pode ser usada em geral também em outro método determinístico proposto pela técnica conhecida ou nos métodos estatísticos de Montecarlo, por exemplo, a jusante da checagem de potência na seção de enlace descendente.

25

Em um contexto de planejamento Montecarlo, a matriz IM_{poll} é computada de acordo com a mesma fórmula, onde os termos de tráfego T^i_S e $T^S_{(m,n)}$ são considerados como agregações estatísticas finais de distribuição de usuários na área Ω_i obtidos após o total de enfoques provido pela simulação. na prática, T^i_S representa o número total de conexões para o s -ésimo serviço

estando presente na área Ω_i , enquanto $T^S_{(m, n)}$ representa o número total de conexões ativas no pixel (m, n) para o s -ésimo serviço (usuários servidos).

O elemento genérico $[i, j]$ da matriz IM_{poll} , sendo computado no contexto de um método de planejamento do tipo determinístico ou estatístico é, portanto, usado como índice de adjacência eletromagnética entre células i e j , ou seja, como índice de interferência na relação entre as mencionadas células, para estabelecer uma prioridade de ordenação de acordo com valores decrescentes dos pares de células afetadas pela poluição piloto sobre os quais agir pela cessão de recursos de rede de modo a minimizar os efeitos negativos de poluição piloto sobre o tráfego.

Entre as contramedidas que podem ser adotadas para limitar a poluição piloto entre pares de células, a modificação de um ou mais parâmetros radioelétricos de pelo menos uma das células é, por exemplo, provida, como o diagrama de radiação de antena, a potência emitida pela antena, sua orientação espacial.

Como pode ser deduzido pelos detalhes mostrados, uma das peculiaridades da presente invenção consiste em ser capaz de entrar no âmago de um processo de planejamento já conhecido, como adição de uma etapa ao fluxo lógico de operações, sem implica na necessidade de modificar elementos a montante ou jusante do mesmo.

Obviamente, deixando o princípio da invenção sem ser afetado, os modos de realização e as particularidades podem ser largamente mudados com respeito o que foi descrito e mostrado meramente como um exemplo não-limitativo, sem se afastar do escopo da presente invenção como definido nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para planejar uma rede de telecomunicações para equipamento de rádio incluindo uma pluralidade de células arranjadas sobre uma área geográfica, em que cada uma das células compreende um conjunto
 5 de áreas de território elementares (pixels) adaptadas para receber sinais de rádio radiodifundidos por uma respectiva estação rádio base e pelo fato de um equipamento de rádio (ME) localizado em uma célula (C_i) ser sujeito a receber sinais de canal piloto comuns (CPICH, CPICH', CPICH'') radiodifundidos por uma pluralidade de estações rádio base (SRB, SRB',
 10 SRB''),

o método incluindo, para pelo menos uma das mencionadas células (C_i):

determinar um nível de interferência provido por células vizinhas (c_j , c_k) ao tráfego oferecido para os pixels da mencionada célula (c_i),
 15 relativo à diferença de potência entre canais piloto (CPICH) radiodifundidos pela estação rádio base (SRB) da mencionada célula (c_i) e canais piloto (CPICH', CPICH'') radiodifundidos pelas respectivas estações rádio base (SRB', SRB'') de células vizinhas (c_j , c_k) e

determinar uma área compreendendo os pixels da célula (c_i) na
 20 qual a rede é capaz de prover serviços predeterminados para o equipamento de rádio (ME) localizado na mesma, dependendo do mencionado nível de interferência determinado e pela comparação com um nível predeterminado de interferência tolerada,

caracterizado pelo fato de que o mencionado nível de
 25 interferência provido pelas células vizinhas (c_j , c_k) ao tráfego oferecido aos pixels da mencionada célula (c_i) é estimado pelo uso, para cada pixel, de um respectivo coeficiente dependendo da quantidade de tráfego esperado em cada dito pixel da mencionada célula (c_i).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato da estimativa do nível de interferência ser computada para cada par de células (c_i, c_j ; c_i, c_k) pela determinação da média, estendida para a mencionada célula (c_i), da razão entre sinal de interferência e sinal útil relativo aos canais piloto (CPICH', CPICH; CPICH'', CPICH) radiodifundido pelas respectivas estações rádio base (SRB', SRB; SRB'', SRB) do mencionado par de células (c_j, c_i ; c_k, c_i) ponderada com o tráfego oferecido ou o número de usuários ativos na mencionada célula (c_i) sobre vários serviços,

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de, dependendo da estimativa do nível de interferência computado para cada par de células (c_i, c_j ; c_i, c_k), uma ordenação por prioridade ser estabelecida de acordo com valores decrescentes dos pares de células (c_i, c_j ; c_i, c_k) afetados pela interferência, para determinar, desse modo, uma ordem de cessão de recursos de rede para minimizar a mencionada interferência.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de um ou mais parâmetros radioelétricos ser modificado para pelo menos uma as células de cada par de células (c_i, c_j ; c_i, c_k) afetado pela interferência para minimiza os feitos negativos de interferência sobre o tráfego, a modificação dos mencionados parâmetros sendo determinada dependendo da mencionada ordenação por prioridade.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato dos mencionados canais piloto comuns serem canais piloto CPICH (CPICH; CPICH'; CPICH'') da estação rádio base (SRB; SRB'; SRB'').

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato da estimativa do nível de interferência entre canais piloto (CPICH; CPICH'; CPICH'') de células vizinhas (c_i, c_i, c_k) ser efetuada sobre uma área de território compreendendo os pixels compondo o domínio da célula de servidor (c_i).

7. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado

pelo fato da estimativa do nível de interferência entre canais piloto (CPICH; CPICH'; CPICH'') de células vizinhas (c_i , c_i , c_k) ser efetuada sobre uma área de território compreendendo os pixels compondo a área de serviço da célula de servidor (c_i).

5 8. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato da estimativa do nível de interferência entre canais piloto (CPICH; CPICH'; CPICH'') de células vizinhas (c_i , c_i , c_k) ser efetuada na área de serviço da célula de servidor (c_i) após ter determinado as áreas sob condições de indisponibilidade ou fora-de-ordem (interrupção).

10 9. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato da potência de sinal útil e a potência do sinal de interferência de canais piloto (CPICH; CPICH'; CPICH'') serem computadas dependendo das áreas de cobertura eletromagnéticas das células (c_i , c_i , c_k).

15 10. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato da estimativa de nível de interferência ser computada de acordo com a fórmula:

$$IM_{poll}[i, j] = \begin{cases} \frac{\sum_{s \in SERV_i} \sum_{(m,n) \in \Omega_i} \frac{RSCP_{(m,n)}^j}{RSCP_{(m,n)}^i} \cdot T_{(m,n)}^{i,s} \cdot R_s}{Npix_i \cdot \sum_{s \in SERV_i} T_s^i \cdot R_s} & \text{if } i \neq j \\ 0 & \text{if } i = j \end{cases}$$

de modo que a mencionada estimativa assume um valor real incluído entre 0 e 1, valores próximos a 1 correspondendo a uma importância maior da contribuição de interferência da célula j ao tráfego na i -ésima célula de área.

20 11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato do tráfego oferecido na célula (c_i) sobre vários serviços ser estimado dependendo da referência pré-existente ou informação de previsão.

12. Método para limitar interferência causada pela

radiodifusão de canal piloto comum por uma pluralidade de estações rádio base em uma rede de telecomunicações para equipamento de rádio incluindo uma pluralidade de células distribuídas sobre uma área geográfica, em cada uma das células compreende um conjunto de áreas de território elementares (pixels) adaptadas para receber sinais de rádio radiodifundidos por uma respectiva estação rádio base e pelo fato de um equipamento de rádio (ME) localizado em uma célula (c_i) ser sujeito a receber sinais de canal piloto (CPICH; CPICH'; CPICH'') radiodifundidos da mencionada pluralidade de estações rádio base (SRB; SRB'; SRB''),

10 o método incluindo, para cada célula (c_i):

determinar um nível de interferência provido por células vizinhas (c_j , c_k) ao tráfego oferecido para os pixels da mencionada célula (c_i), relativo à diferença de potência entre canais piloto (CPICH) radiodifundidos pela estação rádio base (SRB) da mencionada célula (c_i) e canais piloto (CPICH', CPICH'') radiodifundidos pelas estações base (SRB', SRB'') de células vizinhas (c_j , c_k) e

determinar uma área compreendendo os pixels da célula (c_i) na qual a rede é capaz de prover serviços predeterminados para o equipamento de rádio (ME) localizado na mesma, dependendo do mencionado nível de interferência determinado e pela comparação com um nível predeterminado de interferência tolerada,

caracterizado pelo fato de que o mencionado nível de interferência provido pelas células vizinhas (c_j , c_k) ao tráfego oferecido aos pixels da mencionada célula (c_i) é estimado pelo uso, para cada pixel, de um respectivo coeficiente dependendo da quantidade de tráfego esperado em cada dito pixel da mencionada célula (c_i).

13. Rede de rádio, caracterizada pelo fato de ser planejada usando o método como definido nas reivindicações 1 a 12.

14. Sistema de processamento (10) para planejar uma rede de

telecomunicações para equipamento de rádio, caracterizado pelo fato de ser programado para efetuar um método como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12.

FIG. 1

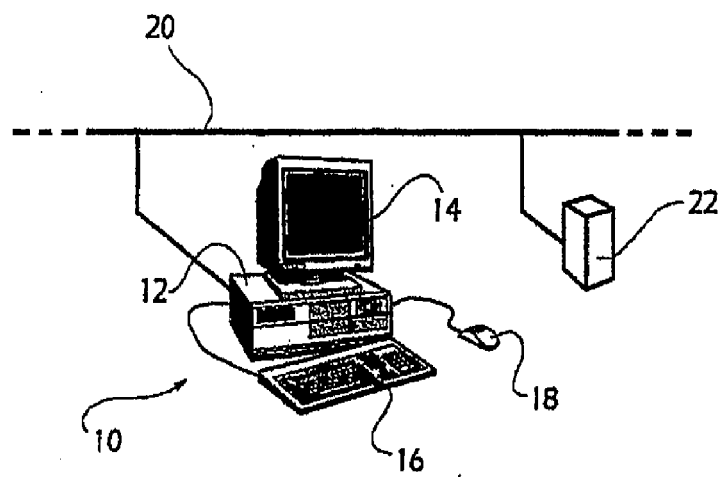


FIG. 2a

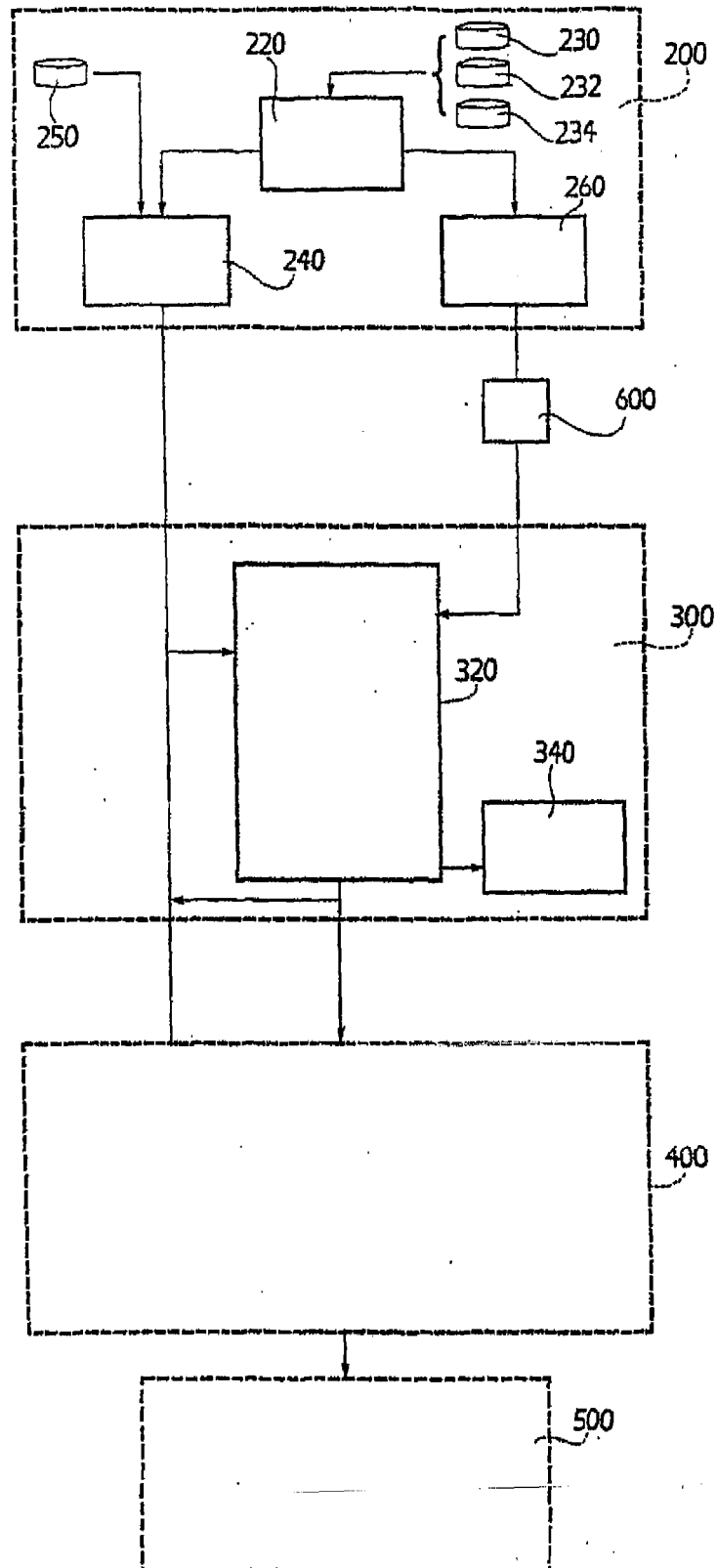


FIG. 2b

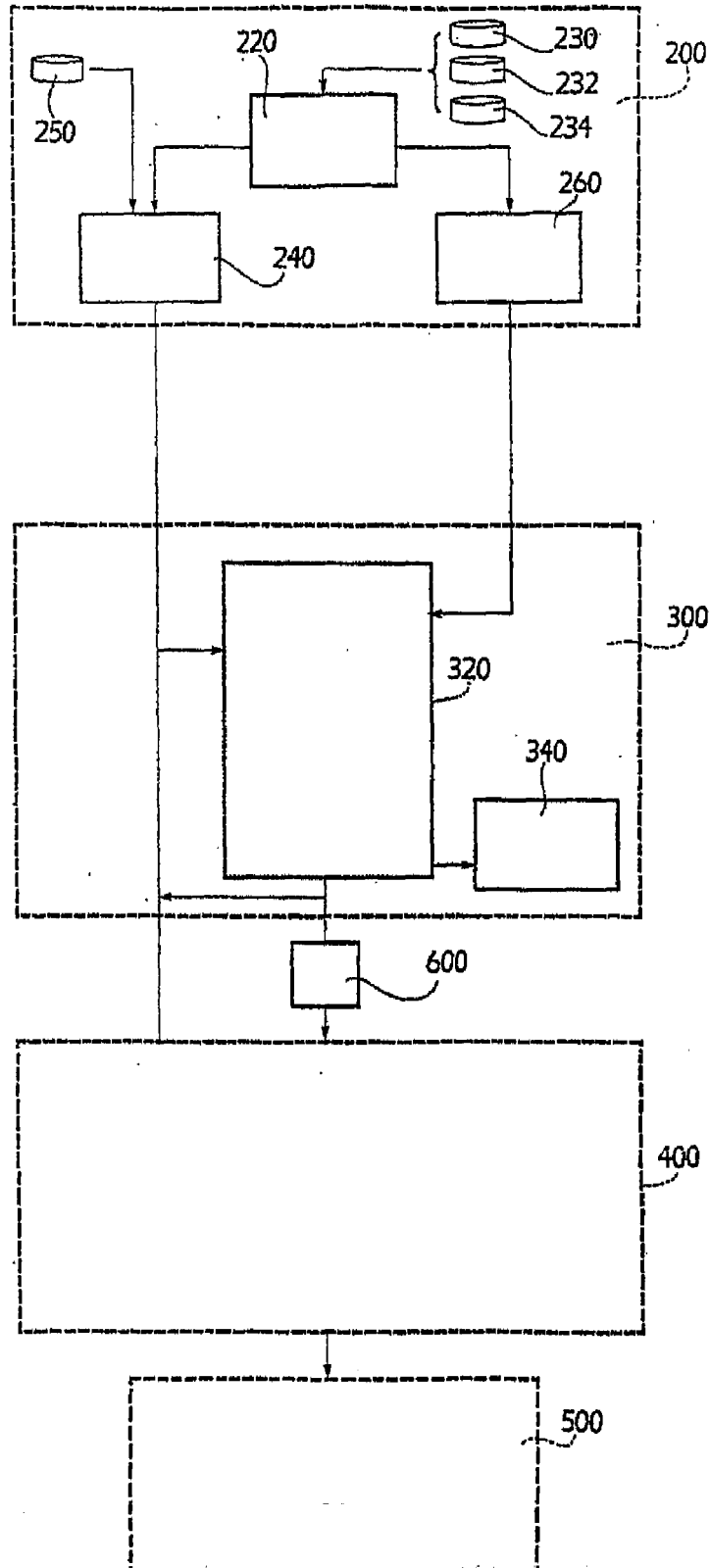
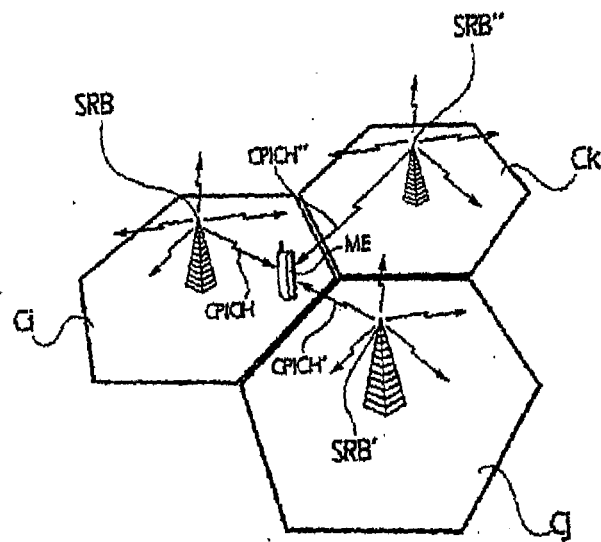


FIG. 3



RESUMO

“MÉTODOS PARA PLANEJAR UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES
PARA EQUIPAMENTO DE RÁDIO E PARA LIMITAR
INTERFERÊNCIA CAUSADA PELA RADIODIFUSÃO DE CANAL
5 PILOTO COMUM, REDE DE RÁDIO, E SISTEMA DE
PROCESSAMENTO PARA PLANEJAR UMA REDE DE
TELECOMUNICAÇÕES PARA EQUIPAMENTO DE RÁDIO”

Método de planejar uma rede de telecomunicações para
equipamento de rádio incluindo uma pluralidade de células distribuídas sobre
10 uma área geográfica, cada uma das quais compreende um conjunto de áreas
territoriais elementares (pixels) adaptadas para receber um sinal de rádio
radiodifundido por uma respectiva estação rádio base fixa, onde um
equipamento de rádio (ME) localizado em uma célula (c_i) é sujeito a receber
sinais de canais piloto comuns (CPICH; CPICH'; CPICH'') radiodifundidos
15 por uma pluralidade de estações rádio base (SRB; SRB'; SRB''). O método
inclui, para cada célula (c_i), a estimativa do nível de interferência provido por
células vizinhas (c_j , c_k) ao tráfego oferecido para pixels da célula (c_i), relativa
à diferença de potência entre canais piloto (CPICH) radiodifundida pela
estação base (SRB) da célula (c_i) e canais piloto (CPICH', CPICH'')
20 radiodifundidos pelas respectivas estações rádio base (SRB', SRB'') de
células vizinhas (c_j , c_k). Essa estimativa é obtida dependendo da quantidade
de tráfego esperada nos pixels examinados.