



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

(21) PI 0721303-4 A2



* B R P I 0 7 2 1 3 0 3 A 2 *

(22) Data de Depósito: 03/10/2007

(43) Data da Publicação: 25/03/2014

(RPI 2255)

(51) *Int.Cl.:*

H04W 24/00

H04W 28/04

(54) Título: MÉTODOS PARA CARACTERIZAR E ATENUAR INTERFERÊNCIA EM UM SISTEMA DE RADIOCOMUNICAÇÃO, SISTEMA DE RADIOCOMUNICAÇÃO, E, PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 09/02/2007 EP
PCT/EP2007/051302

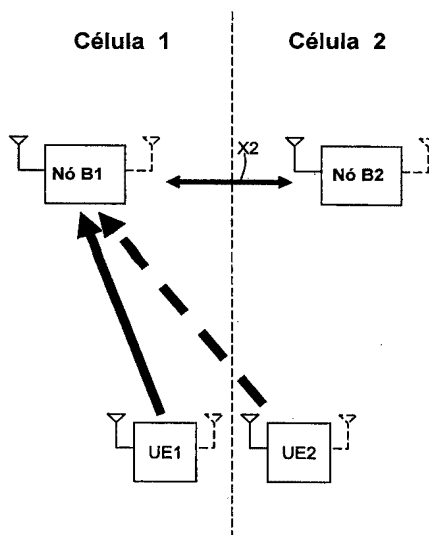
(73) Titular(es): Telecom Italia S.P.A

(72) Inventor(es): Paolo Priotti, Sergio Barberis

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT IT2007000695 de 03/10/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/096383de
14/08/2008



“MÉTODOS PARA CARACTERIZAR E ATENUAR INTERFERÊNCIA EM UM SISTEMA DE RADIOCOMUNICAÇÃO, SISTEMA DE RADIOCOMUNICAÇÃO, E, PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR”

5

CAMPO TÉCNICO DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere em geral a sistemas de comunicação sem fio, e mais especificamente à caracterização de interferência de co-canal, redução de realimentação e atenuação de interferência nos sistemas de radiocomunicação celular ou não celular.

10

Em particular, os sistemas de radiocomunicação celulares onde a presente invenção pode encontra vantajosa, mas não limitada aplicação, são por exemplo os assim chamados sistemas de radiocomunicação celulares de além de 3G (3ª Geração), i. e. nova geração de sistemas de radiocomunicação celulares tendo uma mais ampla largura de banda de transmissão do que sistemas de radiocomunicação celulares de 3G, tal como por exemplo aqueles conhecidos como sistemas de radiocomunicação celulares de Evolução a Longo Prazo de Projeto de Parceria de Terceira Geração (3GPP LTE).

15

Sistemas de radiocomunicação não celulares onde a presente invenção pode encontrar vantajosa, mas não limitada aplicação são por exemplo Redes de Areal local Sem fio (WLANs), e em particular WiMAX, que é definida como Interoperabilidade Mundial para Acesso de Microonda pelo fórum WiMAX, formado para promover conformidade de interoperabilidade do padrão do IEEE 802.16, oficialmente conhecido como WirelessMAN, e que é descrita pelo Fórum como “uma tecnologia baseada em padrão possibilitando a entrega do acesso de banda larga sem fio da última milha como uma alternativa para cabo e DSL”.

20

25

FUNDAMENTOS DA TÉCNICA

Sistemas de telefones celulares e equipamentos portáteis / de comunicação móvel de usuários/ terminais com base em radiocomunicação

celular têm evoluído nos últimos anos de analógico, transmissão de Acesso Múltiplo por Divisão de Freqüência de banda estreita (FDMA) (sistemas de radiocomunicação celulares de 1ª geração (1G)), primeiro para digital, transmissão de Acesso Múltiplo por Divisão de Freqüência e Tempo de banda estreita (FDMA / TDMA) (sistemas de radiocomunicação celulares de 2ª geração (2G)), e mais tarde para digital, transmissão de Acesso Múltiplo por Divisão de Código de banda larga (CDMA) (sistemas de radiocomunicação celulares de 3ª geração (3G)).

Agora, re-pesquisa está se movendo em direção a novas gerações de sistemas de radiocomunicação celulares tendo um mais ampla largura de banda de transmissão do que sistemas de radiocomunicação celulares de 3G, tal como por exemplo aqueles conhecidos como sistemas de radiocomunicação celulares de 3GPP LTE. Quando largura de banda de transmissão aumenta, transceptores tipicamente mostram um aumento em sua complexidade de circuito, dependendo do tipo de modulação e multiplexação usada. Quando a largura de banda dos sistemas de transmissão se torna maior do que uns poucos MHz (cerca de 10 MHz), uma modulação de múltiplas portadoras é freqüentemente mais adequada para conservar a complexidade de circuito dos transceptores tão baixa quanto possível.

Em particular, Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal (OFDM) provou ser particularmente adequada ao uso com transceptores de custo eficientes que processam sinais no domínio da freqüência em ambos os lados de transmissão e de recepção. Mais em detalhes, OFDM é baseada no princípio da multiplexação por divisão de freqüência (FDM), mas é implementada como um esquema de modulação digital. Especificamente, a seqüência de bit a ser transmitida é dividida em várias seqüências de bit paralelas, tipicamente de dúzias à milhares. O espectro de freqüência disponível é dividido em vários sub-canais, e cada seqüência de bit de taxa baixa é transmitida sobre um sub-canal modulando

uma sub-portadora usando um esquema de modulação padrão, por exemplo PSK, QAM, etc. As frequências de sub-portadoras são escolhidas tal que as seqüências de dados modulados são ortogonais cada um ao outro, significando que conversação cruzada entre is sub-canais é eliminada. Esta
5 ortogonalidade ocorre quando as sub-portadoras são igualmente espaçadas pela taxa de símbolo de uma sub-portadora. A vantagem primária de OFDM é sua capacidade de competir com várias condições de canal — por exemplo, múltiplos caminhos e interferência de banda estreita de banda estreita — sem filtros de equalização complexos. Equalização de canal é simplificada usando
10 sinais de banda estreita muito lentamente modulados em vez de um sinal de banda larga rapidamente modulado. Sistemas de radiocomunicação celulares de 3GPP LTE adotam uma camada física com base em OFDM. Em particular, primeiro é esperado ter um enlace descendente com base em OFDM e um enlace ascendente com base em Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência
15 de Portadora Única (SC-FDMA).

Além dos sistemas de radiocomunicação celulares, transceptores têm evoluído mais cedo em direção à grandes larguras de bandas. Por exemplo WLANs condizentes com o padrão da família do IEEE802.11 usam um canal de 20 MHz, e transmitem com uma modulação de
20 OFDM com 64 sub-portadoras. Mais especificamente, nas WLANs, transmissão é governada por um protocolo de Controle de Acesso ao Meio (MAC), chamado Acesso Múltiplo de Detecção de Portadora com Evitação de Colisão (CSMA-CA), que evita transmissão quando um determinado canal de frequência canal já está em uso. Por esta razão, dentro de uma determinada
25 célula de WLAN, não há usualmente nenhuma interferência de co-canal direta entre diferentes transceptores. Mais ainda, em um tipo concentração de área de cobertura de território, WLAN células são usualmente fisicamente separadas, ta que interferência de outra célula é enormemente limitada na maioria dos casos. Contudo, um sistemas de radiocomunicação celulares de

3GPP LTE, OFDM é esperado trabalhar em muitos diferentes ambientes comparado com as WLANs. De fato em um sistema de radiocomunicação celular, onde uma contínua cobertura via rádio é requerida, o sinal transmitido por uma estação transceptora no enlace descendente (DL) ou por um terminal ou equipamento de sinal (UE) no enlace ascendente (UL) pode sobrepor a área de serviços de células vizinhas. Demandas para eficiência espectral alta, por outro lado, praticamente evita a adoção de re-uso de alta frequência como nos sistemas de radiocomunicação celulares de 2G, tal que é esperado que, por exemplo, em um sistemas de radiocomunicação de LTE, o fator de re-uso de frequência será baixo, se não unitário. Em sistemas de radiocomunicação de LTE é provável que especialmente na fronteira da célula, interferência de co-canal intra-sistemas muito forte estará presente, substancialmente abaixando o desempenho do usuário, se não apropriadamente atenuando. Interferência inter-célula pode ser atenuada usando, por exemplo, mecanismos de gerenciamento de recursos de rádio (RRM) (i. e. coordenação de interferência) ou mecanismos de camada-1, tal como supressão espacial por meio de múltiplas antenas e cancelamento com base na detecção / subtração da interferência inter-célula. Uma classificação desses mecanismos pode ser encontrado por exemplo em 3GPP TR 25.814 “Physical Layer Aspect for Evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA)” sec. 7.1.2.6.

OBJETO E SUMÁRIO DA INVENÇÃO

O Requerente observou que enquanto em interfaces de rádio com base em CDMA há uma proteção intrínseca contra interferência intra-sistemas, inter-célula, em LTE nenhuma proteção direta embutida na interface de rádio existe. Mais ainda, arquitetura de rede em LTE foi simplificada em comparação com 3G, na qual não há nenhum RNC (Controlador de Rede via rádio), e muitas das funções centralizadas que forma implementadas no têm sido descentralizadas (distribuídas) nos nós Bs. Também RRM é incluído entre aquelas funções. Como tal, não é esperado ter em LTE um controle

centralizado de coordenação de interferência.

O Requerente sente a necessidade de fornecer uma nova política eficiente de coordenação de interferência.

5 A principal diferença entre interferência inter-célula no enlace descendente e no enlace ascendente é que, enquanto no enlace descendente as fontes de sinais de interferência são limitadas em número (os nós Bs de interferência), no enlace ascendente o número de fontes de sinal de interferência é tão alto quanto a contagem do equipamento de sinal nas células de interferência. Tal um potencialmente número substancial de fontes de
10 interferência implica que tratando separadamente com cada fonte requer uma carga de sinalização e carga de computação muito alta.

Mais ainda, evolução de sistemas de comunicação sem fio, ambos celular e não celular, está se movendo em direção à largura de banda de transmissão mais ampla de modo a fornecer serviços mais pesados em
15 termos de carga computacional e de sinalização e largura de banda comprometida, enquanto células de rádio se tornarão menores. Conseqüentemente interferência em células de rádio adjacentes poderiam aumentar ambas no enlace descendente e no enlace ascendente assim sendo resultando na necessidade de um processo de controle de interferência /
20 potência mais eficiente.

O objetivo da presente invenção é, por conseguinte, fornecer uma metodologia que possa aliviar pelo menos, alguns dos inconvenientes citados acima, e em particular que permite caracterização de interferência de enlace ascendente a ser efetuada com algoritmos simples e efetuada com
25 simples algoritmos e carga computacional e de sinalização leve.

Este objetivo é alcançado pela presente invenção no que se refere à um método para caracterizar interferência de enlace ascendente em um sistema de radiocomunicação, um método para atenuar interferência em um sistema de radiocomunicação, e um sistema e um produto de programa de

computador configurado para implementar este método de caracterização de interferência, como definido nas reivindicações anexas.

A presente invenção alcança o objetivo supracitado no qual cada estação transceptora, servindo uma pluralidade de equipamentos de usuário servidos, é capaz de enviar para outras estações transceptoras vizinhas, experimentando interferência de co-canal de enlace ascendente proveniente daqueles equipamentos de usuário servidos, informação com relação a esta interferência. Por conseguinte, cada estação transceptora interferida é capaz de caracterizar a interferência de co-canal de enlace ascendente que está experimentando com base na informação recebida das estações transceptoras vizinhas, e tem a possibilidade de emitir solicitações as estações transceptoras vizinhas de modo a reduzir a interferência experimentada (por exemplo uma solicitação para baixar a potência do enlace ascendente dos equipamentos de usuário.

Em particular, levado em considerações sistemas de radiocomunicação celulares, a presente invenção se beneficia de uma interface fornecida entre estações transceptoras; por exemplo, na Evolução a Longo Prazo de Associação de Terceira Geração uma interface, comumente conhecida como X2, é fornecida para permitir comunicações diretas entre nós Bs.

Mais ainda, um outro aspecto da presente invenção é relacionado à redução de carga de sinalização entre estações transceptoras agrupando os equipamentos de usuários servidos por uma determinada estação transceptora de acordo com um determinado critério de agrupamento com relação a uma determinada estação transceptora vizinha interferida, tal que somente a informação com relação à interferência de co-canal de enlace ascendente de cada grupo ou de um subconjunto de todos os grupos é sinalizado.

A presente invenção pode ser usada vantajosamente para

fornecer controle de interferência para algoritmos de mitigação com base no conhecimento da influência que todo equipamento de sinal ou grupos de equipamentos de usuários de interferência produzem em suas estações transceptoras vizinhas.

5 Ainda mais, agrupamento dos equipamentos de usuários na caracterização da interferência de co-canal de enlace ascendente permite reduzir a carga de sinalização entre as estações transceptoras.

Conseqüentemente, a presente invenção fornece uma caracterização precisa de interferência de co-canal de enlace ascendente em
10 um sistema de comunicação sem fio, que por sua vez permite gerenciar controle e mitigação de interferência em uma maneira muito eficiente.

DESCRIÇÃO BREVE DOS DESENHOS

Para um melhor entendimento da presente invenção, modalidades preferidas, que são pretendidas puramente à título de exemplo e
15 não para serem interpretadas como limitantes, serão agora descritas com referência aos desenhos anexos, caracterizados pelo fato de que:

- Figuras 1a e 1b mostram, de forma esquemática, um caso de transmissão FDD-DL e de FDD-UL respectivamente, entre dois nós Bs de um sistema de radiocomunicação celular e dois equipamentos de usuário cada um
20 servido por um respectivo nó B; e

- Figura 2 mostra um critério para agrupar os equipamentos de usuários de acordo com uma modalidade da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS DA INVENÇÃO

25 A seguinte descrição é apresentada para possibilitar uma pessoa com qualificação na técnica fazer e use a invenção. Varias modificações para as modalidades serão prontamente aparentes para aqueles com qualificação na técnica, e os princípios genéricos aqui expostos podem ser aplicados a outras modalidades e aplicações sem fugir do escopo da

presente invenção. Assim sendo, a presente invenção não é pretendida para ser limitada para as modalidades mostradas, mas é para ser acordado o escopo mais amplo consistente com os princípios e recursos aqui divulgados e definidos na descrição e reivindicações anexas.

5 Adicionalmente, no seguinte, sem perder generalidade, referência específica será feita a um sistema de radiocomunicação celular de 3GPP LTE, ficando claro que a presente invenção também pode ser aplicada a outro tipo de sistemas celular ou não celular tal como WiMAX ou WLANs. Por esta razão, quando referindo a uma estação transceptora sendo parte da
10 infra-estrutura de rede, a terminologia “Nó B”, que é a terminologia comumente adotada em sistemas de radiocomunicação celulares de 3GPP, será usada.

 Como um exemplo, Figuras 1a e 1b mostram, de forma esquemática, dois nós Bs, designados por nó B1 e nó B2, de um sistema de
15 radiocomunicação celular de 3GPP LTE, cada um servindo uma respectiva célula (designadas por célula 1 e célula 2, respectivamente). Figuras 1a e 1b ainda mostram dois equipamentos de usuários, designados por UE1 e UE2, e servidos pelo nó B1 e nó B2, respectivamente. Em particular, Figura 1a mostra um caso de transmissão de FDD-DL (Duplexação por Divisão de
20 Frequência – Enlace descendente), enquanto Figura 1b mostra um caso de transmissão de FDD-UL (Duplexação por Divisão de Frequência – Enlace Ascendente). Adicionalmente, em ambas Figuras 1a e 1b as linhas sólidas representam sinais úteis, enquanto as linhas tracejadas representam sinais de interferência inter-células.

25 No sistema de comunicação sob consideração, uma suposição é feita que um enlace descendente (DL) com base em OFDMA e um enlace ascendente (UL) com base em SC-FDMA são adotados.

 A presente invenção é igualmente aplicável à sistemas que efetuam, ou não efetuam controle de interferência ativo no enlace

descendente. No caso de sistemas efetuando controle de interferência ativo do enlace descendente, a presente invenção é aplicável independentemente da política escolhida para controle de interferência ativo do enlace descendente.

Um exemplo de controle de interferência ativo de enlace descendente é divulgado na aplicação de patente internacional do Requerente PCT / EP07 / 51302 depositada em 09 / 02 / 2007. este documento ensina a mapear e caracterizar a situação de interferência do enlace descendente dentro de uma célula do sistema de radiocomunicação celular usando quantização de vetor e sem usar qualquer informação acerca da posição dos equipamentos de usuário.

Resumidamente, cada nó B (ou um grupo de nós Bs) usa um livro de códigos composto de palavras de códigos definidas por representativos vetores que representem e caracterizam, através quantização de vetor, qualquer situação de interferência presente na célula servida pelo nó B. Cada palavra de código no livro de códigos é composto de um determinado número de componentes (ou dimensões), cada um representando a potência de interferência de um determinado nó B de interferência, e os valores assumidos pelos componentes da palavra de código em um determinado instante de tempo representando um ponto em um espaço de vetor cujas dimensões são as potências de interferência. O número de componentes de cada palavra de código é escolhida tal que todos os nós Bs principais de interferência podem ser levados em conta.

Especificamente, como o espectro completo de OFDM é dividido em blocos de sub-portadoras, ou mais especificamente, subconjuntos de um ou mais sub-portadoras para um ou mais consecutivos símbolos de OFDM, geralmente referidos como Blocos de Recursos Físicos (PRBs), os equipamentos de usuários efetuam conjuntos de medições de interferência para cada PRB.

Em particular, os equipamentos de usuário em uma

determinada célula enviam mensagens de realimentação para o nó B supervisionando a célula, as mensagens de realimentação contendo a potência de interferência em um determinado PRB que os equipamentos de usuário na célula recebem de cada um dos nós Bs principais de interferência.

5 Alternativamente, os equipamentos de usuário podem enviar mensagens de realimentação contendo valores de atenuação experimentados pelos sinais de piloto provenientes dos nós Bs principais de interferência em um determinado PRB. A capacidade para distinguir de onde uma das interferências de células vizinhas vem implica que cada equipamento de sinal tem conhecimento de
10 seqüências de treinamento específicas da célula (seqüências de sinal de piloto), enquanto uma capacidade para computar atenuações implica que cada equipamento de sinal tem conhecimento das potências de transmissão das seqüências de sinal de piloto. Com base nas mensagens de realimentação, o livro de códigos pode evoluir dinamicamente em tempo a fim de assegurar
15 que, em cada momento, a situação de interferência da célula é representada com um erro de quantização aceitável.

O nó B pode escolher uma palavra de código para representar cada um dos equipamentos de usuário na célula, e uma palavra de código pode também representar mais do que um equipamento de sinal.

20 Diferentemente da interferência de inter-célula de enlace descendente, a transmissão do enlace ascendente de um determinado equipamento de sinal pode ser negativamente influenciada pela transmissão do enlace ascendente dos equipamentos de usuários nas células vizinhas que transmitem no mesmo PRB durante sobreposição de intervalos de tempo.

25 Na presente invenção o Requerente assim sendo estende a abordagem de mitigação e caracterização de interferência de enlace descendente para o enlace ascendente, assumindo que as mesmas medições de atenuação que são úteis para caracterização de interferência no enlace descendente podem ser usadas para caracterização de interferência no enlace

ascendente da mesma forma.

Em particular, vamos assumir que com uma determinada periodicidade de tempo cada nó B transmite uma seqüência de sinais de piloto específico da célula:

$$T_i = \{\theta_1, \dots, \theta_t\} \quad (1)$$

5 onde t é o comprimento da seqüência

Adicionalmente, vamos também assumir que para um determinado UE há Q nós Bs de interferência, i. e. aqueles nós Bs que usam o mesmo conjunto ou subconjunto de recursos de freqüência do nó B de e que pode ser considerado como gerador de interferência principal em potencial para aquele UE, e que o UE considerado tem conhecimento das Q seqüências de sinais de piloto daqueles nós Bs principais de interferência. O UE então será capaz para periodicamente medir a potência recebida para cada uma das Q seqüências de sinais de piloto conhecidas.

As quantidades medidas pelo UE tomam a forma:

$$\varphi_{nk} = \{p_1, \dots, p_Q\} \quad (2)$$

15 onde n é um instante de tempo e k é um índice identificando o UE. Mais ainda, vamos assumir que as potências medidas são efetivamente potências média sobre uma determinada duração de tempo.

Supondo que todos os nós Bs transmitem a mesma potência de sinal de piloto, o vetor de potências medidas é inversamente proporcional para a atenuação média a longo prazo experimentada pelo sinal de piloto de cada proporcional para a atenuação média ao longo termo experimentado pelo sinal de piloto de cada gerador de interferência. Em decibel, inversão se torna uma mudança de sinal:

$$A_{nk} = \{\pi_p + \eta - p_1, \dots, \pi_p + \eta - p_Q\} = \{a_{k1}^{(n)}, \dots, a_{kQ}^{(n)}\} \quad (3)$$

25 onde A_{nk} é o vetor de atenuação, π_p representa potência de sinal de piloto na antena de transmissão, η é um termo opcional usado para

normalização de potência no sistema, que também poderia levar em conta um mecanismo de controle de potência possível no sinal de piloto.

O k -ésimo UE pode periodicamente realimentar o vetor de atenuação A_{nk} para o nó B de serviço. O nó B de serviço pode armazenar o
 5 vetor de atenuação A_{nk} como ele é, ou pode aplicá-lo a um processo de quantização de vetor como descrito na aplicação de patente referenciada acima PCT / EP07 / 51302.

Vamos considerar um nó B com índice b que está sofrendo de interferência inter-célula no enlace ascendente (nó B interferido).

10 Adicionalmente, vamos também considerar uma célula na primeira ou segunda camada de células em torno do b -ésimo nó B que é identificado pelo índice i de seu Nó B, o i -ésimo nó B de serviço o k -ésimo equipamento de usuário (nó B de serviço). De acordo com o que foi anteriormente mencionado, o i -ésimo nó B tem conhecimento do vetor de atenuação vetor
 15 $A_{nk} = \{ a_{kI}^{(n)}, \dots, a_{kQ}^{(n)} \}.$

Assumindo válido o princípio de reciprocidade de canal de rádio, cuja suposição é válida em TDD e para FDD quando os canais de enlace ascendente e de enlace descendente não estão bastante distante no espectro de frequência com relação à frequência de portadora, se os sinais de
 20 rádio do enlace descendente experimentam uma determinada atenuação média a longo prazo quando viajando do b -ésimo nó B para o k -ésimo UE, também é verdade que os sinais de rádio de enlace ascendente experimentada próximo da mesma atenuação média a longo prazo quando viajando do k -ésimo para o b -ésimo nó B.

25 Adicionalmente, se o b -ésimo nó B não está incluído nos principais geradores de interferências do k -ésimo UE (i. e. aquele pertencendo a primeira e segunda camadas e experimentando uma atenuação nos sinais de interferência abaixo de um determinado limite), é possível assumir com segurança que o k -ésimo UE é irrelevante para interferência inter-célula

mantida pelo canal de enlace ascendente do b -ésimo nó B. Vice versa, se o b -ésimo nó B é incluído no principal gerador de interferência do k -ésimo UE, então o i -ésimo nó B tem conhecimento do termo de atenuação média termo $a_{kb}^{(n)}$.

5 De acordo com a presente invenção, o i -ésimo nó B envia para o b -ésimo nó B, através de uma interface comumente conhecido como X2 e fornecida na Evolução a Longo Prazo do Projeto de Parceria de Terceira Geração para permitir comunicações diretas entre nós Bs (ver 3GPP TS 36.300) o valor de $a_{kb}^{(n)}$ e o valor da potência média transmitida pelo k -ésimo
10 UE em cada PRB. Conseqüentemente o b -ésimo nó B pode estimar a potência de interferência média do enlace ascendente devido para o k -ésimo UE em cada PRB.

Mas em geral, o b -ésimo nó B pode estimar uma potência de interferência média a longo prazo no n -ésimo PRB no enlace ascendente com
15 a seguinte computação (em unidades logarítmicas):

$$\mu_{bm} = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^Q \sum_{k=1}^{U_i} 10^{\frac{\pi_{km,i} - a_{kb,i}}{10}} \quad (4)$$

onde a dependência do tempo foi intencionalmente baixada em todos os termos (índice n). Expressão (4) é computada sobre Q diferentes células: índice i identifica o nó B de serviço de cada daquelas células, enquanto o índice k identifica U_i diferentes UEs na célula servidos pelo i -ésimo nó B, i. e.
20 a i -ésima célula; $\pi_{km,i}$ é a potência média que o k -ésimo UE pertencendo à i -ésima célula transmite no m -ésimo PRB; $a_{kb,i}$ (é a atenuação média entre o k -ésimo UE pertencendo à i -ésima célula e to b -ésimo nó B. É importante notar que $a_{kb,i}$ não depende de m por causa da média devido ao desvanecimento.

De acordo com a presente invenção, o b -ésimo nó B pode
25 emitir para o i -ésimo nó B através da interface X2 solicitações para reduzir a potência de transmissão do enlace ascendente em determinado PRB (s). É claro que as solicitações vindo do b -ésimo nó B serão governadas por um

mecanismo tendo o propósito de justamente utilizar os recursos de rádio na b -ésima célula e para maximizar algum parâmetro (s) de desempenho na mesma célula.

Por sua vez, o i -ésimo nó B coleta as solicitações dos nós Bs vizinhos e avalia que solicitações satisfazer e quais não de acordo com um algoritmo de coordenação de interferência, por exemplo um algoritmo específico do vendedor.

O método de mitigação e controle de interferência de co-canal do enlace ascendente de acordo com a presente invenção pode causar uma alta quantidade de sinalização na interface X2 devido a um alto número de UEs servidos. De fato, uma única célula pode servir a centenas ou mesmo a milhares de equipamentos de usuários. Adicionalmente, para cada PRB em cada célula é possível em princípio ter vários usuários acessando os mesmos recursos em um modo de Acesso Múltiplo de Divisão de Tempo (TDMA), e em modo de Acesso Múltiplo de Divisão de Espaço (SDMA) quando Múltiplas Entradas e Múltiplas Saídas (MIMO) de múltiplos usuários do enlace ascendente é adotado. Por esta razão, pode não ser não prático enviar para o nó Bs vizinho a atenuação média e a potência transmitida média do enlace ascendente para cada UE em cada PRB.

Por conseguinte, de modo a reduzir a sinalização na interface X2, de acordo com um ainda aspecto da presente invenção, é proposto para o grupo dos UEs de acordo com um determinado critério de agrupamento e então enviar através da interface X2 para nó Bs vizinho, informação (e. g. a atenuação média e a potência transmitida média do enlace ascendente) para cada grupo de equipamentos de usuários em cada PRB. Em particular, com relação ao b -ésimo nó B interferido, os equipamentos de usuário na célula servidos pelo i -ésimo nó B são divididos em um conjunto de R grupos $G_{q,i}^{(b)}$ tal que a união desses grupos para $q = 1, \dots, R$ quantidades para todos os UEs na célula:

$$\forall k, 1 \leq k \leq U_i, \exists q, k \in G_{q,i}^{(b)} \quad (5)$$

$$\forall b, \bigcup_{q=1}^R G_{q,i}^{(b)} \equiv \{1, \dots, U_i\} \quad (6)$$

Equação (5) mostra que os UEs pertencendo à i -ésima célula são divididas nos diferentes conjunto de grupos dependendo daquela célula interferida (a b -ésima célula) é considerada.

Um possível critério de agrupamento é com base na atenuação média experimentada pelo nó Bs interferido considerado. De acordo com este critério de agrupamento, primeiramente o número de grupos R é decidido e então a função de densidade de probabilidade de atenuação $f(a) = a_{kb,i}$ é computada e então fatiada em R diferentes áreas; para cada grupo são atribuídos dos UEs cujos $a_{kb,i}$ pertencem a uma determinada área. Por exemplo, como mostrado na figura 2, a função de distribuição pode ser fatiada em R áreas iguais. Em formula, as R áreas são delimitadas por $R+1$ valores de atenuação como a seguir :

$$a_{b,i}^{(0)} = 0 \leq a_{b,i}^{(1)} \leq \dots \leq a_{b,i}^{(R-1)} \leq a_{b,i}^{(R)} = \infty \quad (7)$$

e então a regra de agrupamento pode ser expressa como:

$$\forall k, 1 \leq k \leq U_i, a_{b,i}^{(q)} \leq a_{kb,i} < a_{b,i}^{(q+1)} \Leftrightarrow a_{kb,i} \in G_{q,i}^{(b)} \quad (8)$$

Alternativamente, a operação de agrupamento pode ser realizada através de quantização de vetor. Neste caso um específico livro de códigos para cada conjunto de grupos é necessário. Cada livro de códigos tem R diferentes palavras de código. A regra de agrupamento é expressa como:

$$\forall k, 1 \leq k \leq U_i, VQ(a_{kb,i}) = C_{q,i}^{(b)} \Leftrightarrow a_{kb,i} \in G_{q,i}^{(b)} \quad (9)$$

onde $VQ()$ indica a operação de quantização de vetor, $C_{q,i}$ é a g -ésima palavra de código no livro de códigos da i -ésima célula, relativa ao conjunto de grupos para a i -ésima célula.

Com a adoção de agrupamento de equipamento de usuário, o b -ésimo nó B pode estimar a potência de interferência média total a longo

prazo no m -ésimo PRB no enlace ascendente com uma computação aproximada que é uma modificação de equação (4) :

$$\mu_{bm} = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^Q \sum_{q=1}^R 10^{\frac{\pi_{mq,i}^{(b)} - \bar{a}_{q,i}^{(b)}}{10}} \quad (4')$$

onde $\pi_{mq,i}^{(b)}$ é a potência média total que o UEs pertencendo ao grupo $G_{q,i}^{(b)}$ transmite no m -ésimo PRB e $\bar{a}_{q,i}^{(b)}$ é a atenuação média experimentada entre os UEs pertencendo ao grupo $G_{q,i}^{(b)}$ e o b -ésimo nó B.

Uma ainda simplificação é possível como a seguir:

$$\mu_{bm} = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^Q \max_q \left(10^{\frac{\pi_{mq,i}^{(b)} - \bar{a}_{q,i}^{(b)}}{10}} \right) \quad (4'')$$

onde para cada célula de interferência somente o grupo que fornece a potência de interferência máxima no m -ésimo PRB é considerado para a computação.

Alternativamente às expressões (8) e (9) acima é possível basear a operação de agrupamento na diferença de atenuação e potência transmitida média, i. e. a potência de interferência mantida pelo nó B vitima. Neste caso, já que a potência transmitida depende do PRB, o agrupamento se torna específico ao PRB. Por exemplo, a regra de agrupamento (8) é modificada em:

$$\forall k, 1 \leq k \leq U_i, \quad \xi_{b,i}^{(q)} \leq \pi_{km,i} - a_{kb,i} < \xi_{b,i}^{(q+1)} \Leftrightarrow a_{kb,i} \in G_{q,i,m}^{(b)} \quad (8')$$

onde quantidades chamadas ξ delimitam fatias de áreas iguais (ou áreas definidas por uma determinada política) na função de densidade de probabilidade da potência de interferência média recebida pelo b -ésimo nó B no m -ésimo PRB.

De acordo com uma ainda possibilidade, o i -ésimo nó B seleciona para cada PRB os UEs tendo a quantidade $\pi_{km,i} - a_{kb,i}$ acima de um determinado limite, e considera todos aqueles UEs como pertencendo aos geradores de interferência potenciais para aquele PRB (com relação ao b -ésimo nó B). Os outros UEs são considerados como menos influência no

processo de caracterização de interferência e assim são descartados (ou passados adiante a um mecanismo secundário que leva em conta emissões de mais baixa prioridade). Então nos temos:

$$\forall k, 1 \leq k \leq U_i, \quad \pi_{km,i} - a_{kb,i} > \text{limiar} \Leftrightarrow a_{kb,i} \in G_{i,m}^{(b)} \quad (10)$$

onde o índice q não está presente em $G_{i,m}^{(b)}$, denotando uma redução de R tempos no número de grupos comparado com a equação (8').

Uma vez de novo, equações similares à (4') e (4'') pode ser aplicada bem como quando regra de agrupamento (10) é usada. Neste caso a dependência no índice q é substituído com a dependência no índice m de PRB.

Considerando todos os critérios de agrupamento que foram descritos até agora assuma que os equipamentos de usuário são selecionados como pertencendo ou não pertencendo a um determinado grupo com base em um único recurso (e. g. uma variável, tal como $\pi_{km,i} - a_{kb,i}$ acima) os critérios de agrupamento também podem ser com base em mais do que uma variável. Em particular, os equipamentos de usuário podem ser agrupados com base em ambos, um tipo de serviço que eles estão usando (tal como tempo real, tempo não real, melhores esforços, etc.) e em uma das variáveis descritas acima, tal como $\pi_{km,i} - a_{kb,i}$. Mais ainda, os equipamentos de usuários que operam em um determinado intervalo de tempo com uma determinado tipo de serviço podem ser agrupados juntos.

Se o mecanismo de coordenação de interferência entre o nó Bs opera somente em certos tipos de serviço, e de modo diferente dependendo do tipo de serviço, seria então bem mais eficiente trocar através da interface X2 informação relacionada aos grupos de UEs que estão usando o mesmo tipo de serviço.

Em qualquer caso, de acordo com a presente modalidade, o i -ésimo nó B envia através da interface X2 para o b -ésimo nó B, dados com relação à potência de interferência média total do enlace ascendente no m -

ésimo PRB para cada grupo ou somente para certos grupos.

Finalmente, é claro que numerosas modificações e variantes podem ser feitas para a presente invenção, todas caindo dentro do escopo da invenção, como definido nas reivindicações anexas.

5 Em particular, pode ser apreciado que a presente invenção também pode ser teoricamente aplicada a qualquer sistema de comunicação sem fio; que é igualmente aplicável aos sistemas que efetuam ou não efetuam controle de interferência ativo no enlace descendente; e que, no caso de controle de interferência ativo no enlace descendente, é independente da
10 política escolhida para o enlace descendente.

Mais ainda, outros critérios de agrupamento podem ser aplicados para a presente invenção sem fugir do escopo dele, como definido nas reivindicações anexas.

Adicionalmente, as atenuações médias pode ser computadas
15 diretamente por equipamentos de usuário se então enviados para a estação transceptora de serviço, alternativamente sendo computada pela mesma estação transceptora de serviço.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para caracterizar interferência em um sistema de radiocomunicação incluindo uma pluralidade de equipamentos de usuários configurada para se comunicar com estações transceptoras, caracterizado pelo
5 fato de incluir:

- determinar quantidades indicativas de interferência experimentadas por uma estação transceptora interferida pelos equipamentos de usuário de interferência;

- trocar entre estações transceptoras, informação com base nas
10 quantidades mencionadas e no que diz respeito à interferência proveniente dos equipamentos de usuário de interferência mencionados.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os equipamentos de usuários mencionados estão em comunicação com respectivas estações transceptoras de serviço, e onde trocar inclui enviar
15 das estações transceptoras de serviço mencionadas para as estações transceptoras interferidas mencionadas, informação com relação a interferência proveniente dos equipamentos de usuário de interferência servidos pelas estações transceptoras de serviço mencionadas e interferindo com as estações transceptoras interferidas mencionadas.

20 3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que determinar inclui determinar atenuações de sinais se propagando entre as estações transceptoras interferidas e os equipamentos de usuário de interferência.

25 4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que determinar inclui medir, através dos equipamentos de usuário de interferência mencionados, potências e/ou potências médias de sinais transmitidas, através das estações transceptoras interferidas mencionadas.

5. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que as estações transceptoras de serviço mencionadas são

configuradas para se comunicar com os equipamentos de usuário de interferência mencionados em uma banda de frequência que é organizada em um número de blocos de recursos físicos, e onde medição é efetuada através dos equipamentos de usuário de interferência mencionados em respectivos blocos de recursos físicos.

6. Método de acordo com a reivindicação 4 ou 5, caracterizado pelo fato de que as atenuações mencionadas são determinadas com base nas potências medidas mencionadas e nas potências de transmissão que as estações transceptoras interferidas mencionadas usam para transmitir os sinais mencionados.

7. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que determinação de atenuações é efetuada através do equipamentos de usuário de interferência mencionado; o método ainda compreendendo se comunicar a partir dos equipamentos de usuário de interferência mencionados para as respectivas estações transceptoras de serviço, as determinadas atenuações e potências de transmissão de interferência mencionadas que os equipamentos de usuário de interferência mencionados usam para transmitir.

8. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de ainda incluir comunicação proveniente dos equipamentos de usuário de interferência mencionados para as respectivas estações transceptoras de serviço, as potências medidas e potências de transmissão de interferência mencionadas que os equipamentos de usuário de interferência usam para transmitir; e onde determinação de atenuações é efetuada através das estações transceptoras de serviço mencionadas.

9. Método de acordo com qualquer das reivindicações 3-8, caracterizado pelo fato de que a mencionada informação com relação a interferência proveniente do equipamentos de usuário de interferência mencionados é com base nas atenuações e nas potências de transmissão de interferência mencionadas que os equipamentos de usuário de interferência

mencionados usam para transmitir.

10. Método de acordo com a reivindicação 2 e qualquer das reivindicações 3-9, caracterizado pelo fato de ainda compreender:

- agrupar, através das estações transceptoras de serviço mencionadas, os equipamentos de usuário de interferência de acordo com um determinado critério de agrupamento de modo a formar grupos dos equipamentos de usuário de interferência mencionados,

e onde troca inclui trocar informação no que diz respeito à interferência dos grupos mencionados.

- 11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o agrupamento é efetuado com relação a uma determinada estação transceptora interferida.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de ainda incluir:

- para cada grupo, computar, através da estação transceptora de serviço, uma estação transceptora de serviço, uma potência de transmissão de interferência média total com base nas potências de transmissão de interferência que os equipamentos de usuário de interferência mencionados pertencentes ao grupo usam para transmitir; e

- para cada grupo, computar, através da estação transceptora de serviço, uma atenuação média total com base nas atenuações experimentadas pelos sinais se propagando entre os equipamentos de usuário de interferência mencionados pertencentes ao grupo e a determinada estação transceptora interferida mencionada.

- 13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de ainda incluir:

- enviar proveniente da estação transceptora de serviço mencionada para a determinada estação transceptora interferida mencionada, as potências de transmissão de interferência médias totais mencionadas e as

atenuações médias totais mencionadas dos grupos mencionados.

14. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de ainda incluir:

• enviar proveniente da estação transceptora de serviço mencionada para a determinada estação transceptora interferida mencionada, um valor máximo entre as proporções de potências de transmissão de interferência médias totais de todos os grupos mencionados e as atenuações médias totais de todos os grupos mencionados.

15. Método de acordo com a reivindicação 13 ou 14, caracterizado pelo fato de que o critério de agrupamento mencionado depende das atenuações mencionadas relativas à determinada estação transceptora interferida mencionada.

16. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de ainda incluir:

• computar uma função de distribuição das atenuações mencionadas;

• dividir a função de distribuição mencionada em um determinado número de áreas; e

• atribuir os equipamentos de usuário de interferência mencionados, para os grupos mencionados dependendo de que área as respectivas atenuações pertencem.

17. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de ainda incluir:

• associar um livro de códigos com a estação transceptora de serviço, o livro de códigos incluindo um determinado número de palavras de código cada uma representando um respectivo valor quantizado de atenuação;

• identificar no livro de códigos, as palavras de código representativas dos respectivos intervalos de variação de atenuação; e

• atribuir os equipamentos de usuário de interferência

mencionados para os grupos dependendo em que intervalo de variação, identificado por uma determinada palavra de código, as respectivas atenuações pertencem.

18. Método de acordo com a reivindicação 13 ou 14, caracterizado pelo fato de que o critério de agrupamento mencionado depende da diferença entre a potência de transmissão de interferência e a atenuação dos equipamentos de usuário de interferência mencionados.

19. Método de acordo com a reivindicação 13 ou 14, caracterizado pelo fato de que o critério de agrupamento depende de um tipo de serviço usado pelos equipamentos de usuário de interferência mencionados.

20. Método de acordo com a reivindicação 13 ou 14, caracterizado pelo fato de que agrupamento é efetuado de acordo com dois ou mais critérios de agrupamento tal como aqueles definidos nas reivindicações de 15 a 19.

21. Sistema de radiocomunicação, caracterizado pelo fato de incluir uma pluralidade de estações radiotransceptoras configurada para se comunicar com equipamentos de usuário; o sistema mencionado sendo configurado para implementar um método de caracterização de interferência como definido em qualquer das reivindicações precedentes.

22. Produto de programa de computador, caracterizado pelo fato de ser passível de ser carregado em uma memória de um processador de uma estação radiotransceptora em um sistema de radiocomunicação e compreendendo porções de código de software para implementar, quando o produto de programa de computador é executado no processador, o método de caracterização de interferência como definido em qualquer das reivindicações 1-20.

23. Método para atenuar interferência em um sistema de radiocomunicação, caracterizado pelo fato de compreender:

- caracterizar a interferência de acordo com qualquer das reivindicações 1-20; e

- atenuar interferência, operando em um nível de gerenciamento de recursos de rádio (RRM).

5 24. Método de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que atenuar inclui trocar entre estações transceptoras solicitações para redução de um potência de transmissão dos equipamentos de usuário de interferência mencionados.

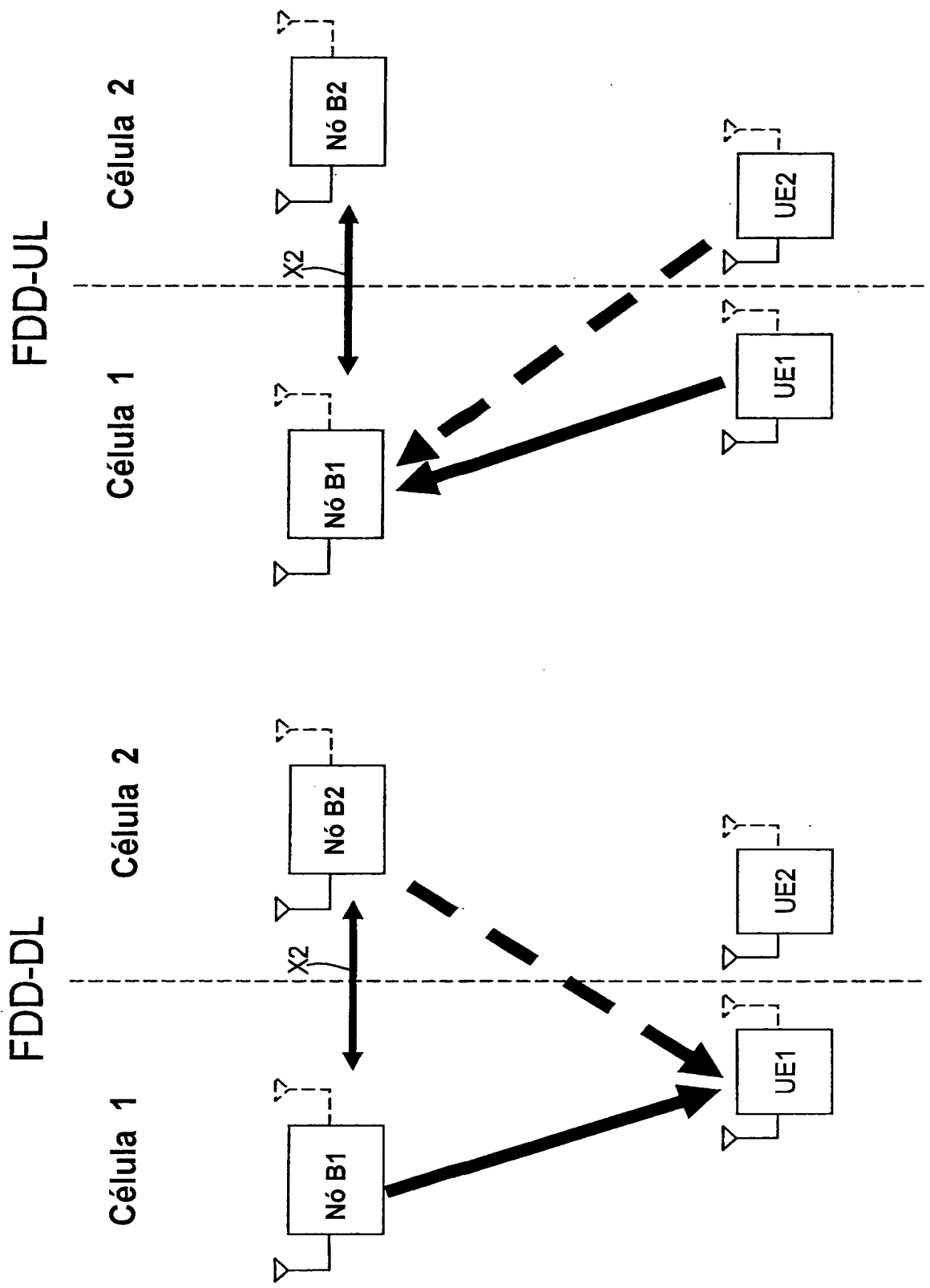


Figura 1a

Figura 1b

Função de Probabilidade de Densidade

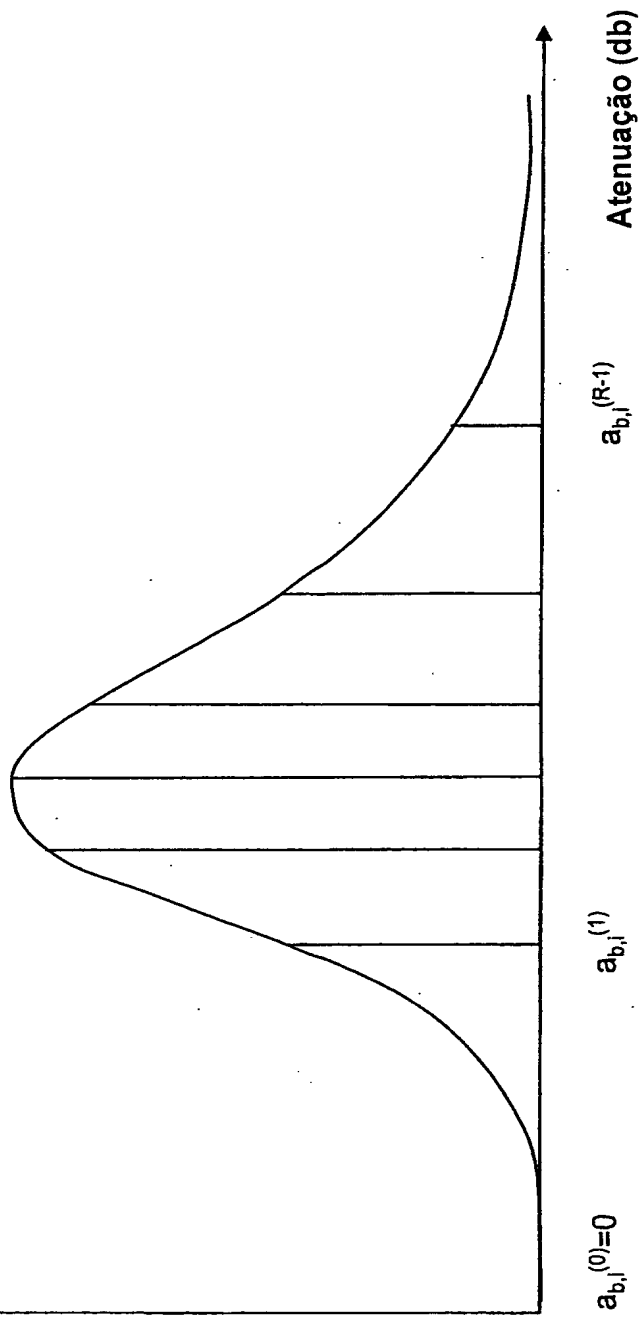


Figura 2

RESUMO

“MÉTODOS PARA CARACTERIZAR E ATENUAR INTERFERÊNCIA EM UM SISTEMA DE RADIOCOMUNICAÇÃO, SISTEMA DE RADIOCOMUNICAÇÃO, E, PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR”

Método para caracterizar interferência em um sistema de radiocomunicação incluindo uma pluralidade de equipamentos de usuário se comunicando com estações transceptoras, o método incluindo: determinar quantidades indicativas de interferência (atenuação ou potência) experimentada por uma estação transceptora interferida pelos equipamentos de usuário de interferência; e trocar entre estações transceptoras informação com base nessas quantidades e no que diz respeito a interferência proveniente dos equipamentos de usuário de interferência. Em particular, os equipamentos de usuários estão em comunicação com respectivas estações transceptoras de serviço, e troca inclui enviar proveniente das estações transceptoras de serviço para as estações transceptoras interferidas, informação com relação a interferência proveniente dos equipamentos de usuários servidos pelas estações transceptoras de serviço e interferindo com as estações transceptoras interferidas. O método ainda inclui agrupar, através da estação transceptora de serviço, os equipamentos de usuário de interferência de acordo com um determinado critério de agrupamento de modo a formar grupos deles.