



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

**(21) PI 0717886-7 A2**



(22) Data de Depósito: 31/10/2007  
(43) Data da Publicação: 05/11/2013  
(RPI 2235)

**(51) Int.Cl.:**  
**H04B 7/005**

**(54) Título:** CONTROLE DE POTÊNCIA  
INTERCELULAR PARA GERENCIAMENTO DE  
INTERFERÊNCIA

**(57) Resumo:**

**(30) Prioridade Unionista:** 01/11/2006 US 60/863,928

**(73) Titular(es):** Qualcomm Incorporated

**(72) Inventor(es):** Durga Prasad Malladi, Xiaoxia Zhang

**(74) Procurador(es):** Montaury Pimenta, Machado &  
Lioce

**(86) Pedido Internacional:** PCT US2007083260 de  
31/10/2007

**(87) Publicação Internacional:** WO 2008/055247 de  
08/05/2008

**CONTROLE DE POTÊNCIA INTERCELULAR PARA GERENCIAMENTO DE  
INTERFERÊNCIA**

**REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS CORRELATOS**

Este pedido reivindica o benefício do pedido de  
5 patente provisório norte-americano No. de Série 60/863 928,  
intitulado "Método e Equipamento para Controle de Potência  
Intercelular para Gerenciamento de Interferência", que foi  
depositado a 1º de novembro de 2006. A totalidade do pedido  
antes mencionado é aqui incorporada à guisa de referência.

10

**ANTECEDENTES**

I. Campo

A descrição seguinte refere-se de maneira geral a  
comunicações sem fio e, mais especificamente, ao controle  
de potência intercelular para gerenciamento de  
15 interferência em um sistema OFDM.

II. Antecedentes

Roteiros de controle de carga se focalizam em  
controles de malha fechada ou de malha aberta. Há vistas  
limitadas sobre a incorporação de ambos os tipos de  
20 controle de malha. Em sistemas não ortogonais, os métodos  
que envolvem ambos os tipos de controle de malha são  
engrenados em sistemas de divisão de tempo com espalhamento  
espectral e se destinam a aplicativos de célula única. Em  
sistemas ortogonais, há duas escolas de pensamento  
25 principais no que se refere a controle de interferência no  
uplink. Um campo favorece um controle PSD de malha fechada,  
enquanto o outro favorece o controle PSD de malha aberta.  
Cada método tem suas vantagens e desvantagens.

Tipicamente, as metodologias de controle de  
30 potência de malha fechada são muito rápidas e há a  
percepção de que há pouca necessidade de um método de  
controle de malha aberta. Entretanto, há questões

relacionadas com a exatidão do controle de malha fechada e com o fato de que, sem um ponto de partida apropriado, a abordagem de malha fechada pode não ser rápida o bastante.

Em um método de controle de potência de malha aberta representativo, o nó final utiliza a potência de 5 recebida total medida juntamente com valores típicos de determinados parâmetros de estação base de modo a obter uma estimativa grosseira da perda de transmissão entre o nó final e a estação base. Com base nestas medições, a perda 10 de transmissão no link direto é estimada e utilizada para determinar a configuração de controle de potência de malha aberta apropriada para o transmissor do nó final. A potência de transmissão do nó final é ajustada para igualar a perda de percurso estimada, para chegar à estação base a 15 um nível predeterminado. Todos os nós finais dentro de uma célula utilizam o mesmo processo, e idealmente seu sinal chegará com potência igual à estação base.

Os parâmetros de estação base contêm tipicamente fator(es) de correção a ser(em) utilizado(s) pelos nós 20 finais em sua estimativa de potência de malha aberta em uma transmissão em andamento assim como para a transmissão inicial em um canal de acesso. Existem algoritmos convencionais para estimar a potência de transmissão desejada do nó final para a primeira sonda de acesso no 25 canal de acesso. Deve-se observar que o valor da constante de controle de potência de malha aberta depende de muitos parâmetros dinamicamente variáveis (que incluem, por exemplo, layout de célula, carga na rede, localização do nó final dentro da célula). Nenhuma destas variáveis que se 30 alteram dinamicamente é conhecida *a priori*, portanto o nível de potência da primeira sonda estará provavelmente incorreto. O erro pode resultar em um nível de potência mais alto que o necessário para estabelecer comunicação

quando a estação móvel estiver próxima da estação base. Quando o nível de potência de transmissão for alto demais, é produzida uma interferência desnecessária nas estações móveis restantes, reduzindo-se a capacidade do sistema. Por  
5 outro lado, se a estação móvel estiver afastada, ela pode transmitir a sonda de acesso inicial a um nível de potência baixo demais, do que resulta o envio de sondas adicionais. Além do aumento do tempo de estabelecimento de chamada, sondas adicionais resultarão em mais interferência no link  
10 reverso.

As áreas de desfiladeiro urbanas estão também necessitadas de controle aperfeiçoado, em que a geometria da cobertura celular pode impor indicações de carga dinâmicas e não confiáveis ao deslocamento do nó final na  
15 área. A virada de uma esquina e o bombardeio da potência de transmissão de telefone celular elevada em uma célula vizinha necessitam de um mecanismo de controle melhor, uma vez que o controle por uma única célula servidora não é adequado.

Portanto, de modo a se aumentar ao máximo a eficácia da experiência do usuário, pode-se entender, a partir da descrição precedente, que os problemas de interferência de outras células e os sinais fracos da célula servidora em uma borda da célula para a metodologia  
25 de controle desejada devem ser considerados mais detalhadamente do que o que o estado atual da técnica permite.

### SUMÁRIO

A seguir é apresentado um sumário simplificado de modo a se obter um entendimento básico de alguns aspectos  
30 das modalidades reveladas. Este sumário não é uma vista panorâmica extensiva e não se destina nem a identificar elementos chave ou críticos nem a delinear o alcance de

tais modalidades. Sua única finalidade é a de apresentar alguns conceitos das modalidades descritas sob uma forma simplificada como uma introdução à descrição mais detalhada que é apresentada mais adiante.

5                   Em sistemas ortogonais, a interferência intercelular acarreta frequentemente a ineficácia de um sistema de várias células. Um aspecto do objeto reivindicado proporciona um método de controle os comandos de carga de mais de uma célula. Isto permite que um nó  
10 final supere a limitação típica de que uma célula servidora não está ciente da interferência causada pela transmissão de seus terminais para outras células.

Sob um aspecto, com um uplink ortogonal, a interferência intercelular dita a cobertura em uma célula.  
15 É necessário avaliar a cobertura tanto para o Controle de uplink, que não se beneficia da HARQ nem da adaptação de link, quanto para os Dados de uplink, que se beneficiam da HARQ e podem ou podem não se beneficiar da adaptação de link dependendo da velocidade do UE. Na maioria das  
20 análises do nível de sistema feitas durante a fase SI, as simulações não consideram a cobertura dos canais de controle. Os 5% da capacidade de transmissão dos dados de usuário não constituem uma métrica adequada para prescrever a verdadeira cobertura do sistema devido ao benefício  
25 obtido da HARQ e da adaptação de link no canal de dados compartilhado UL. Para o funcionamento eficaz do uplink, é necessário que a interferência intercelular seja controlada rigorosamente pela rede independentemente da carga de uplink.

30                   Com um uplink ortogonal, em um roteiro de célula única, um UE pode transmitir a uma potência Tx máxima sem ter um impacto sobre o desempenho de link de outros usuários. Em um roteiro de várias células, com tal

estratégia, os UEs nas bordas das células injetam uma interferência significativa em outras células, diminuindo a cobertura do sistema. Entretanto, tipicamente, os UEs no interior das células não causam interferência em outras células. Para um funcionamento estável e ótimo do sistema, observa-se que os UEs no interior das células podem transmitir a uma potência ou densidade espectral de potência mais elevada que a dos UEs nas bordas das células. Portanto, são mantidos dois objetivos em mente para um algoritmo de gerenciamento de interferência UL: 1) dispositivos para reduzir a interferência intercelular e 2) flexibilidade do programador para alocar largura de banda para diferentes usuários. Além disto, suposições convencionais podem incluir a de que cada UE tem uma única célula servidora no uplink e a de que, tipicamente, a célula servidora não está ciente da interferência causada pela transmissão de seus terminais para as outras células.

Da perspectiva de um nível elevado, o controle PSD de malha fechada proposto acarreta o fato de que cada célula efetua o broadcast de um indicador de carga de uplink (ocupado ou não) no downlink de maneira periódica. O fato de que cada UE decodifica os bits de indicador de carga de pelo menos uma célula interferente dominante (com base em medições de perda de percurso) e de que o UE reduz apropriadamente sua densidade espectral Tx permitida. De maneira mais detalhada, uma PSD de referência (como, por exemplo, uma PSD baseada em um sinal conhecido periódico como CQI) é mantida no Nó B e utilizada para controle de potência intracelular. O UE relata periodicamente um delta de PSD e uma largura de banda suportável. O delta de PSD de referência é uma função de comandos de indicação de carga de células não servidoras e indica o espaço livre de potência disponível no UE, supondo-se que a largura de

banda atribuída (cedida) para transmissão de dados iguale a largura de banda CQI. A largura de banda suportável é computada a partir da potência de transmissão máxima e da PSD Tx e indica a largura de banda máxima que pode ser suportada pelo UE, dadas a restrição de potência Tx máxima e a PSD à qual o UE transmite dados. O Nó B concede uma atribuição de uplink que consiste na largura de banda (número de tons, por exemplo) e no formato de pacote (tamanho e modulação dos pacotes, por exemplo). Deve ficar entendido que a largura de banda de atribuição deve ser mais baixa que a largura de banda suportável. O UE transmite o pacote de acordo com a atribuição com o delta de PSD.

Outro aspecto proporciona flexibilidade do programador na redução da interferência intercelular. Um programador para cada célula tem flexibilidade para alocar largura de banda e densidade espectral de potência (PSD) variáveis para os nós finais em seu domínio. O programador pode permitir a utilização de uma potência de transmissão mais elevada para nós finais em centros celulares onde essa utilização de potência mais elevada não causa interferência em outras células.

Outro aspecto proporciona um método para utilizar controles de malha tanto aberta quanto fechada. Pela utilização inicial de um controle de PSD de malha aberta na utilização inicial do nó final, os problemas de exatidão do processo de malha fechada são atenuados. Uma vez estabelecido um valor alvo inicial, o controle é comutado para o método de malha fechada, e os erros e incertezas associados ao processo de malha aberta são atenuados.

Sob outro aspecto, quando um nó final experimenta uma alteração acentuada no valor de perda de percurso, o restabelecimento do alvo para o controle de malha fechada

torna-se análogo ao estado de utilização inicial, e o método obtém benefícios dos sistemas de malha tanto aberta quanto fechada.

Um aspecto proporciona um método que facilita o controle da interferência intercelular em um sistema OFDM, que compreende: utilizar um alvo recebido que utiliza leituras de perda de percurso tanto do nó final para o nó servidor quanto do nó final para nós não servidores vizinhos; utilizar controle de PSD de malha aberta no início da utilização do nó final ou quando de uma grande alteração na função de perda de percurso do nó final; e comutar para o controle de PSD de malha fechada em um momento apropriado.

Outro aspecto proporciona um meio passível de leitura por computador que tem armazenadas nele instruções executáveis por computador para executar os seguintes atos: utilizar um alvo recebido que utiliza leituras de perda de percurso tanto do nó final para o nó servidor quanto do nó final para nós não servidores vizinhos; utilizar controle de PSD de malha aberta no início da utilização do nó final ou quando de uma grande alteração na função de perda de percurso do nó final; e comutar para o controle de PSD de malha fechada em um momento apropriado.

Outro aspecto proporciona um processador que executa um código para controlar a interferência intercelular em um sistema OFDM e executa um código executável por computador armazenado em um meio de armazenamento para utilizar um alvo recebido que utiliza leituras de perda de percurso tanto do nó final para o nó servidor quanto do nó final para nós não servidores vizinhos; utilizar o controle de PSD de malha aberta no início da utilização do nó final ou quando de uma grande alteração na função de perda de percurso do nó final; e

comutar para o controle de PSD de malha fechada em um momento apropriado.

Ainda outro aspecto proporciona um sistema que facilita o controle de interferência intercelular em um sistema OFDM, o qual compreende um dispositivo para 5 utilizar um alvo recebido que utiliza leituras de perda de percurso tanto do nó final para o nó servidor quanto do nó final para nós não servidores vizinhos; um dispositivo para utilizar o controle de PSD de malha aberta no início da 10 utilização do nó final ou quando de uma grande alteração na função de perda de percurso do nó final; e comutar para o controle de PSD de malha fechada em um momento apropriado.

Para a consecução das finalidades precedentes e afins, uma ou mais modalidades compreendem os recursos 15 completamente descritos a seguir e especificamente assinalados nas reivindicações. A descrição seguinte e os desenhos anexos apresentam em detalha determinados aspectos ilustrativos e indicam apenas algumas das diversas maneiras pelas quais os princípios das modalidades podem ser 20 utilizados. Outras vantagens e aspectos inéditos se tornarão evidentes com a descrição detalhada seguinte quando considerada em conjunto com os desenhos, e as modalidades reveladas pretendem incluir todos os aspectos que tais e seus equivalentes.

#### 25 **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

A Figura 1 mostra um sistema de comunicação sem fio de acordo com diversos aspectos aqui apresentados.

A Figura 2 mostra um sistema de comunicação exemplar (uma rede de comunicação celular, por exemplo) 30 implementado de acordo com diversos aspectos.

A Figura 3 mostra um sistema de várias células exemplar implementado de acordo com diversos aspectos.

A Figura 4 mostra um aspecto exemplar da interferência intercelular que o presente pedido controla.

A Figura 5 apresenta um fluxograma lógico que mostra diversos aspectos.

5 A Figura 6 apresenta um fluxograma lógico da metodologia de controle de malha aberta e fechada proposta.

A Figura 7 mostra um nó final exemplar (um nó móvel, por exemplo) associado a diversos aspectos.

10 A Figura 8 mostra um nó de acesso exemplar implementado de acordo com diversos aspectos aqui descritos.

A Figura 9 apresenta um fluxograma lógico que mostra diversos aspectos.

15 A Figura 10 apresenta deslocamentos de controle de potência de malha aberta iniciais exemplares implementados de acordo com diversos aspectos.

A Figura 11 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos aqui mostrados.

20 A Figura 12 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

A Figura 13 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

A Figura 14 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

25 A Figura 15 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

A Figura 16 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

30 A Figura 17 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

A Figura 18 apresenta deslocamentos de controle de potência de malha aberta iniciais exemplares implementados de acordo com diversos aspectos.

A Figura 19 apresenta deslocamentos de controle de potência de malha aberta iniciais exemplares implementados de acordo com diversos aspectos.

5 A Figura 20 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos aqui apresentados.

A Figura 21 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

A Figura 22 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

10 A Figura 23 apresenta resultados de teste de acordo com diversos aspectos.

A Figura 24 apresenta deslocamentos de controle de potência de malha aberta iniciais exemplares implementados de acordo com diversos aspectos.

15 A Figura 25 apresenta deslocamentos de controle de potência de malha aberta iniciais exemplares implementados de acordo com diversos aspectos.

A Figura 26 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

20 A Figura 27 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

A Figura 28 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

25 A Figura 29 apresenta resultados de testes de acordo com diversos aspectos.

A Figura 30 apresenta resultados exemplares de acordo com diversos aspectos aqui apresentados.

A Figura 31 apresenta resultados exemplares de acordo com diversos aspectos.

30 A Figura 32 apresenta resultados exemplares de acordo com diversos aspectos.

A Figura 33 apresenta resultados exemplares de acordo com diversos aspectos.

A Figura 34 apresenta ainda mais resultados exemplares de acordo com diversos aspectos.

#### **DESCRIÇÃO DETALHADA**

Diversas modalidades são agora descritas com referênci

5 referênci

referência aos desenhos, nos quais os mesmos números de referência são utilizados para referir os mesmos elementos em toda parte. Na descrição seguinte, para fins de explanação, numerosos detalhes específicos são apresentados de modo a se obter um entendimento completo de uma ou mais

10 modalidades. Pode ficar evidente, contudo, que tal(ais) modalidade(s) pode(m) ser postas em prática sem estes detalhes específicas. Em outros casos, estruturas e aparelhos notoriamente conhecidos são mostrados em forma de diagrama de blocos de modo a se facilitar a descrição de

15 uma ou mais modalidades.

Além disto, diversas modalidades são aqui descritas em conexão com um terminal sem fio. Um terminal sem fio pode referir-se a um aparelho que proporciona conectividade de voz e/ou dados a um usuário. Um terminal

20 sem fio pode ser conectado a um aparelho de computação, tal como um computador laptop ou de mesa, ou pode ser um aparelho independente, tal como um assistente digital pessoal (PDA). Um terminal sem fio pode ser também chamado de sistema, unidade de assinante, estação de assinante,

25 estação móvel, móvel, estação remota, ponto de acesso, terminal remoto, terminal de acesso, terminal de usuário, agente de usuário, aparelho de usuário ou equipamento de usuário. Um terminal sem fio pode ser uma estação de assinante, um aparelho sem fio, um telefone celular, um

30 telefone PCS, um telefone sem fio, um telefone de Protocolo de Iniciação de Sessão (SIP), uma estação de loop local sem fio (WLL), um assistente digital pessoal (PDA), um aparelho

de mão com capacidade de conexão sem fio ou outro aparelho de processamento conectado a um modem sem fio.

Uma estação base (ponto de acesso, etc.) pode referir-se a um aparelho em uma rede de acesso que se  
5 comunica, através da interface aérea, através de um ou mais setores, com terminais sem fio. A estação base pode atuar como um roteador entre o terminal sem fio e o resto da rede de acesso, que pode incluir uma rede IP, convertendo quadros de interface área recebidos em pacotes IP. A  
10 estação base também coordena o gerenciamento de atributos para a interface aérea.

Além do mais, diversos aspectos ou recursos aqui descritos podem ser implementados como um método, equipamento ou produto industrial utilizando-se técnicas de  
15 programação e/ou engenharia padrão. O termo "produto industrial" conforme aqui utilizado pretende abranger um programa de computador acessível de qualquer aparelho, portadora ou meio passível de leitura por computador. Por exemplo, os meios passíveis de leitura por computador podem  
20 incluir, mas não estão limitados a, aparelhos de armazenamento magnético (como, por exemplo, disco rígido, disco flexível, tiras magnéticos, etc.), discos ópticos (como, por exemplo, disco compacto (CD), disco versátil digital (DVD), etc.), cartões inteligentes e aparelhos de  
25 memória flash (como, por exemplo, EPROM< cartão, stick, acionamento a chave, etc.). Além disto, diversos meios de armazenamento aqui descritos podem representar um ou mais aparelhos e/ou outros meios passíveis de leitura por máquina para armazenar informações. O termo "meio passível  
30 de leitura por máquina" pode incluir, sem estar limitado a, canais sem fio e diversos outros meios capazes de armazenar, conter e/ou portar informações e/ou dados.

Com referência agora à Figura 1, um sistema de comunicação sem fio 100 é mostrado de acordo com diversas modalidades aqui apresentadas. O sistema 100 proporciona controle de malha fechada e aberta híbrido. O sistema 100  
5 inclui estações base 102 (N número de estações base - N sendo um número inteiro), terminais sem fio (ou equipamento de usuário (UE) 104 (M número de terminais sem fio - M sendo um número inteiro), respectivos controladores de potência 106, respectivos verificadores de terminal sem fio  
10 108, respectivos comparadores de verificação 110 e um programador 120. Em sistemas ortogonais, a interferência intercelular frequentemente acarreta a ineficácia de um sistema de várias células. A perda de percurso em conexão com células vizinhas é avaliada para facilitar a atenuação da interferência intercelular. O sistema utiliza controles  
15 tanto de malha aberta quanto de malha fechada com um indicador de carga para atenuar a interferência intercelular. Em particular, ele proporciona ao terminal sem fio 104 um método de controle que escuta comandos de carga de mais de uma célula. Os comandos de carga das células vizinhas podem ser transmitidos por meio da interface aérea, ou podem ser transmitidos pela célula servidora através das comunicações inter-eNó B por meio do canal de transporte de retorno. Isto permite que um nó  
20 final supere a limitação típica de uma célula servidora não estar ciente da interferência causada pela transmissão de seus terminais para outras células.

Inicialmente, quando o terminal sem fio 104 é iniciado, ele é controlado pela estação base 102 por meio  
30 de uma função de controle de malha aberta de modo a estabelecer níveis de potência e interferência no receptor alvo. Além do mais, quando o UE entra em uma rede ou experimenta subitamente uma alteração drástica na perda de

percurso, sua PSD de transmissão é ajustada por um algoritmo de malha aberta a ser alocado para uma primeira atualização baseada na perda de percurso de download (DL). O algoritmo de malha aberta controla o nível de interferência em alguma medida no sentido de que a relação 5 sinal-ruído (SNR) recebida alvo pode ser uma função da perda de percurso para uma célula servidora e para células não servidoras vizinhas. Uma vez que, tipicamente, o algoritmo de malha aberta não tem um controle rigoroso sobre a interferência introduzida em outra célula, o UE 104 10 atualiza posteriormente sua PSD de transmissão pela escuta de indicadores de carga de células não servidoras vizinhas. Os comandos de carga das células vizinhas podem ser transmitidos por meio da interface aérea, ou podem ser transmitidos pela célula servidora através das comunicações 15 inter-NÓ B por meio do canal de transporte de retorno. Quando os comandos de carga são transmitidos por meio da interface aérea, comandos de download são enviados ao UE de suas célula não servidoras vizinhas quando elas 20 experimentam um nível de interferência mais elevado comparado com um alvo - caso contrário, comandos UP são transmitidos. O UE 104 diminui sua PSD de transmissão uma vez que recebe os comandos DOWN; caso contrário, ele aumenta sua PSD de transmissão. Quando os comandos de carga 25 são transmitidos através das comunicações inter-Nó B por meio do canal de transporte de retorno, a célula servidora ajusta a PSD Tx do UE com base, por conseguinte, nos comandos de carga recebidos das células vizinhas. O ajuste pode ser incluído nos comandos de programação ou pode ser 30 feito pelo envio, pela célula servidora, dos comandos de carga ao UE. Deve ficar entendido que o ajuste da PSD que corresponde aos comandos de carga pode não ser tão drástico quanto o que corresponde ao controle de malha aberta. Uma

vez que os indicadores de carga indicam o nível de interferência visto por outras células, pode ser obtido um controle de interferência rigoroso e, assim, pode ser obtido um controle de interferência rápido e rigoroso.

5 O programador 120 proporciona flexibilidade do programador na redução da interferência intercelular - o programador 120 para cada célula tem flexibilidade para alocar largura de banda e densidade espectral de potência (PSD) variáveis para os nós finais em seu domínio. O  
10 programador 120 pode permitir a utilização de uma potência de transmissão mais elevada para nós finais em centros celulares onde a utilização de uma potência mais elevada não causa interferência em outras células.

O sistema 100 pode compreender uma estação base  
15 102, que recebe, transmite, repete, etc., sinais de comunicação sem fio para um terminal sem fio 104. Além disto, considera-se a possibilidade de que o sistema 100 inclua uma série de estações base semelhantes à estação base 102, tais como 102n2 e 102nM, e uma série de terminais  
20 sem fio semelhantes ao terminal sem fio 104, tais como 104m2 e 104mM. Deve ficar entendido que, embora a discussão venha a ser focalizada nas estações singulares para maior clareza, aspectos podem envolver várias estações base e vários terminais de acesso. A estação base 102 pode  
25 compreender uma cadeia de transmissores e uma cadeia de receptores, cada uma das quais pode compreender por sua vez uma série de componentes associados à transmissão e recepção de sinais (como, por exemplo, processadores, moduladores, multiplexadores, demoduladores,  
30 demultiplexadores, antenas, etc.), conforme será entendido pelos versados na técnica. A estação base 102 pode ser uma estação fixa e/ou móvel. O terminal sem fio 104 pode ser, por exemplo, um telefone celular, um telefone inteligente,

um laptop, um aparelho de comunicação de mão, um aparelho de computação de mão, um rádio-satélite, um sistema global de posicionamento, um PDA e/ou qualquer outro aparelho adequado para comunicação através do sistema de comunicação sem fio 100. O terminal sem fio 104 pode ser fixo ou móvel.

O terminal sem fio 104 pode comunicar-se com a estação base 102 (e/ou estação(ões) base distinta(s)) em um canal de downlink e/ou uplink em qualquer dado momento. O downlink refere-se ao link de comunicação da estação base 102 para o terminal 104, e o canal de uplink refere-se ao link de comunicação do terminal sem fio 104 para a estação base 102. A estação base 102 pode também comunicar-se com outra(s) estação(ões) base e/ou quaisquer aparelhos distintos (servidores, por exemplo) (não mostrados) que podem desempenhar funções tais como, por exemplo, autenticação e autorização do terminal sem fio 104, contabilidade, bilhetagem e assim por diante.

A estação base 102 pode incluir também um controlador de potência 106 e um verificador de terminal sem fio 108. O controlador de potência 106 pode medir o nível de potência associado ao terminal sem fio 104 (e/ou quaisquer terminais sem fio distintos). Além disto, o controlador de potência 106 pode transmitir comandos de potência para o terminal sem fio 104 para facilitar o ajuste do nível de potência. Por exemplo, o controlador de potência 106 pode transmitir um comando de potência em uma ou mais unidades de transmissão associadas a um primeiro sub-conjunto de unidades de transmissão. Os comandos de potência, por exemplo, podem indicar que se aumente o nível de potência, se diminua o nível de potência, se permaneça ao nível de potência e semelhantes. Quando do recebimento de comandos de potência para aumentar ou diminuir a potência, o terminal sem fio 104 pode alterar o nível de

potência em um valor fixo (pré-fixado, por exemplo) e/ou variável. Os valores pré-fixados podem ser de tamanho variável baseado em determinados fatores (como, por exemplo, fatores de reutilização de frequência, condições de canal em diferentes estações móveis). Além disto, o 5 verificador de terminal sem fio 108 pode transmitir informações como uma função de um identificador de terminal relacionado com um terminal sem fio (o terminal sem fio 104, por exemplo) em uma ou mais unidades de transmissão associadas a um segundo subconjunto de unidades de 10 transmissão. Além do mais, um ou mais identificadores de LIGADO podem ser atribuídos a cada terminal sem fio quando em estado LIGADO de sessão, e os identificadores LIGADOS podem estar associados ao primeiro subconjunto e ao segundo 15 subconjunto de unidades de transmissão. As unidades de transmissão podem apresentar-se em formatos variáveis (como, por exemplo, domínio do tempo, domínio da frequência, híbrido dos domínios do tempo e da frequência).

O controlador de potência 106 pode transmitir 20 comandos de potência através de um canal de controle de potência de downlink (DLPCCH). De acordo com um exemplo, recursos podem ser atribuídos ao terminal sem fio 104 pela estação base 102 à medida que o terminal sem fio 104 acessa um estado LIGADO de sessão; tais recursos podem incluir 25 segmentos de DLPCCH específicos, um ou mais identificadores LIGADOS, etc. O DLPCCH pode ser utilizado por um ponto de anexação de setor(es) de estação base (que utiliza o controlador de potência 106, por exemplo) para transmitir mensagens de controle de potência de downlink de modo a 30 controlar a potência de transmissão do terminal sem fio 104.

O verificador de terminal sem fio 108 pode transmitir informações associadas a um terminal sem fio (o

terminal sem fio 104, por exemplo) ao qual os comandos de potência correspondem, juntamente com os comandos de potência transferidos pelo controle de potência 106. Por exemplo, o verificador de terminal sem fio 108 pode  
5 transmitir informações como uma função de um identificador de terminal (máscara de embaralhamento, por exemplo) associado ao terminal sem fio (o terminal sem fio 104, por exemplo). O verificador de terminal sem fio 108 pode transferir tais informações através do DLPCCH. De acordo  
10 com uma ilustração, as informações associadas ao terminal sem fio 104 podem ser transmitidas através do DLPCCH com um subconjunto das transmissões de comando do controlador de potência 106.

O terminal sem fio 104 pode incluir também um  
15 comparador de informações de verificação 110, que avalia as informações recebidas associadas ao terminal sem fio 104. O comparador de informações de verificação 110 pode analisar as informações recebidas de modo a determinar se o terminal sem fio 104 está utilizando os recursos apresentados pela  
20 estação base 102; assim, o comparador de informações de verificação 110 pode avaliar as informações incluídas no Q componente de símbolos transmitidos através do DLPCCH. Por exemplo, a estação base 102 pode ter identificador(es) atribuído(s) (um ID de sessão LIGADA, por exemplo) para o  
25 terminal sem fio 104, e o comparador de informações de verificação 110 pode analisar se o terminal sem fio 110 utiliza recursos apropriados associados ao(s) identificador(es) atribuídos. De acordo com outros  
30 exemplos, o comparador de informações de verificação 110 pode determinar se o terminal sem fio 104 está utilizando segmentos do DLPCCH alocado pela estação base 102 e/ou se a estação base 102 tem recursos recuperados (ID de sessão

LIGADA, por exemplo) atribuídos anteriormente ao terminal sem fio 104.

Com referência à Figura 2, é mostrado um sistema de comunicação exemplar 200 (uma rede de comunicação celular, por exemplo) implementado de acordo com diversos aspectos, o qual compreende uma série de nós interconectados por links de comunicação 205, 207, 208, 211, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238 e 239. Os nós no sistema de comunicação exemplar 200 trocam informações utilizando sinais (mensagens, por exemplo) com base em protocolos de comunicação (o Protocolo Internet (IP), por exemplo). Os links de comunicação do sistema 200 podem ser implementados, por exemplo, utilizando-se fios, cabos de fibra óptica e/ou técnicas de comunicação sem fio.

O sistema de comunicação exemplar 200 inclui uma série de nós finais 260, 270, 261, 271, 262, 272, que acessam o sistema de comunicação 200 por meio de uma série de nós de acesso 220, 221 e 222. Os nós finais 260, 270, 261, 271, 262, 272 podem ser, por exemplo, aparelhos ou terminais de comunicação sem fio, e os nós de acesso 220, 221, 222 podem ser, por exemplo, roteadores de acesso ou estações base. O sistema de comunicação exemplar 200 inclui também vários outros nós 204, 206, 209, 210 e 212, utilizados para prover interconectividade ou para prover serviços ou funções específicas. Especificamente, o sistema de comunicação exemplar 200 inclui um Servidor 204 utilizado para suportar transferência e armazenamento de estados referentes aos nós finais. O nó de Servidor 204 pode ser um servidor AAA, um Servidor de Transferência de Contexto, um servidor que inclui tanto a funcionalidade do servidor AAA quanto a funcionalidade do servidor de Transferência de Contexto.

O sistema de comunicação exemplar 200 mostra uma rede 202, que inclui o Servidor 204, o nó 206 e um nó de

agente nativo 209, que são conectados a um nó de rede intermediário 210 por links de rede 205, 207 e 208 correspondentes, respectivamente. O nó de rede intermediário 210 na rede 202 também provê  
5 interconectividade para nós de rede que sejam externos da perspectiva da rede 202 por meio do link de rede 211. O link de rede 211 é conectado a outro nó de rede intermediário 212, que proporciona conectividade adicional a uma série de nós de acesso 240, 241, 242 por meio dos  
10 links de rede 230, 231, 232, respectivamente.

Cada nó de acesso 240, 240', 240" é mostrado como proporcionando conectividade a uma série de M nós finais (260, 270), (261, 271), (262, 272), respectivamente, por meio de links de acesso correspondentes (233, 234), (235,  
15 236), respectivamente. No sistema de comunicação exemplar 200, cada nó de acesso 240, 241, 242 é mostrado como utilizando tecnologia sem fio (links de acesso sem fio, por exemplo) para prover acesso. Uma área de rádio-cobertura (as células de comunicação 250, 251 e 252, por exemplo) de  
20 cada nó de acesso 240, 241, 242, respectivamente, é mostrada como um círculo circundando o nó de acesso correspondente. Sob um aspecto, os nós finais podem utilizar links de acesso (239) a nós de acesso vizinhos não servidores. Dados de uplink e downlink podem ser  
25 transferidos entre o nó final e vários nós de acesso vizinhos.

O sistema de comunicação exemplar 200 é apresentado como uma base para a descrição de diversos aspectos aqui apresentados. Além disto, diversas topologias  
30 de rede distintas são destinadas à inclusão dentro do alcance do objeto reivindicado, em que o número e o tipo de nós de rede, o número e o tipo de nós de acesso, o número e o tipo de nós finais, o número e o tipo de Servidores e

outros Agentes, o número e o tipo de links e a interconectividade entre os nós podem diferir dos do sistema de comunicação exemplar 200 mostrado na Figura 2. Além disto, as entidades funcionais mostradas no sistema de comunicação exemplar 200 podem ser omitidas ou combinadas. Além disto, a localização ou a colocação das entidades funcionais na rede pode variar.

A Figura 3 mostra um aspecto do ambiente de várias células. A célula 350 tem o nó final 360 para o nó final 370 em seu domínio. A célula 351 tem o nó final 361 para o nó final 371 em seu domínio. A célula 350 é retratada como tendo células 351, 352 e 354 vizinhas. A célula 351 é retratada como tendo células 350, 352 e 353 vizinhas. A célula 353 não é vizinha da célula 350.

Cada célula tem uma estação base que está controlando predominantemente os nós finais em sua célula. Em cada estação, o programador 120 da estação base tem a flexibilidade para alocar largura de banda e PSD variáveis para os nós finais em seu domínio. Pode-se permitir ao nó final 360 que funcione com uma PSD mais elevada que a do nó final 370. É desejável a variabilidade para aumentar a capacidade de transmissão celular e permitir uma largura de banda e uma PSD mais elevadas para os nós finais mais próximos do centro da célula (360, por exemplo). Se o nó final 370 fosse transmitir a uma PSD mais elevada, ele correria o risco de criar interferência para o nó final 371, que é localizado na célula 351 vizinha.

A Figura 4 mostra um aspecto da interferência intercelular. O nó final 471 é estacionário e está próximo da borda da célula de serviço 451. O nó final 461 também na célula 451 funciona a uma potência e/ou largura de banda mais independente que as do nó final 471. Há dois nós finais na célula 450 vizinha. Na célula 450, o nó final 470

se desloca através de um desfiladeiro urbano 480 com uma PSD aumentada (como, por exemplo, uma PSD mais elevada que a do nó final 460). O nó final 470 desloca-se para fora do desfiladeiro no percurso 490 virando na direção do nó final 5 471. A súbita saída das condições de desfiladeiro urbano e das proximidades do nó final 471 provoca uma elevação acentuada na interferência para os nós finais 470 e 471 e uma grande alteração resultante na função de perda de percurso. Observa-se que a função de perda de percurso não 10 está unicamente ligada a uma célula servidora, mas é também uma função de perda de percurso de um nó final para células servidoras vizinhas. Neste exemplo, a perda de percurso com a célula 452 vizinha 452 não tem efeito nenhum. Observe-se também que o nó final 471 não teve nenhuma alteração em sua 15 PSD ou comandos de sua própria célula servidora 451. Convencionalmente, a estação base 440 não estaria ciente de sua interferência causada no nó final 471. Um aspecto permite que o controle de malha aberta atenuie rapidamente a interferência intercelular e transite para um controle de 20 malha fechada em um momento apropriado.

A Figura 5 mostra um fluxograma lógico de gerenciamento. Em 502, é estabelecida a SNR recebida alvo. Este alvo é uma função da perda de percurso tanto do nó final para o nó servidor quanto do nó final para os nós 25 celulares vizinhos. O nó final pode ser representado como o item 700, na Figura 7. O controle de malha aberta 504 é inicialmente utilizado pelo nó de acesso, conforme pode ser representado na Figura 8, item 800. O controle de potência de malha aberta tem sido amplamente utilizado nos sistemas 30 sem fio convencionais. O princípio da malha aberta é o de compensar [uma fração da] perda de percurso da célula servidora, de modo que uma determinada SNR alvo possa ser mantida da perspectiva de longo prazo. Entretanto, a

abordagem de malha aberta independente não leva em conta a interferência intercelular. Nesse meio tempo, ela também sofre de erros de medição. O indicador de carga é uma maneira eficaz de controlar a interferência intercelular, 5 mas, em alguns roteiros extremos, como, por exemplo, em desfiladeiros urbanos, um nó final pode virar a esquina e subitamente bombardear sua potência em outra célula, e os comandos de carga tradicionais podem não ser capazes de controlar a interferência até o nível alvo rápido o 10 bastante. A PSD de transmissão do nó final é ajustada com base em um algoritmo de malha aberta a ser alocado para uma atualização rápida baseada na perda de percurso DL. O algoritmo de malha aberta pode fixar uma SNR recebida alvo diferente para diferentes nós finais. O algoritmo de malha 15 aberta controla o nível de interferência até certo ponto no sentido de que a SNR recebida alvo se tornou uma função da perda de percurso para a célula servidora e para células não servidoras vizinhas. O aspecto inédito da inclusão de uma leitura de perda de percurso de células não servidoras 20 é chamado de PC intercelular.

A Figura 6 mostra um fluxograma lógico de gerenciamento. Da perspectiva do nó final, o gerenciamento começa quando o Equipamento de Usuário (UE) é ligado 602. Em 602, é estabelecida a SNR recebida alvo. Este alvo 25 torna-se uma função da perda de percurso tanto do nó final para o nó servidor quanto do nó final para os nós celulares vizinhos. A entrada no ciclo pode ocorrer também 604 quando o nó final experimentar uma alteração drástica em sua leitura de perda de percurso (como, por exemplo, quando 30 bombardeado com interferência de outra unidade final que emerge de um desfiladeiro urbano, conforme apresentado na Figura 4).

O controle de malha aberta 606 é inicialmente utilizado pelo nó de acesso, conforme pode ser representado na Figura 8, item 800. O controle de potência de malha aberta tem sido amplamente utilizado nos sistemas sem fio convencionais. O princípio da malha aberta é o de compensar a [uma fração da] perda de percurso da célula servidora, de modo que uma determinada SNR alvo possa ser mantida da perspectiva do longo prazo. Entretanto, a abordagem de malha aberta independente não leva em conta a interferência intercelular. Nesse meio tempo, ela também sofre de erros de medição. O indicador de carga é uma maneira eficaz de controlar a interferência intercelular, mas, em alguns roteiros extremos, como, por exemplo, um desfiladeiro urbano, um nó final pode virar a esquina e subitamente bombardear sua potência em outra célula, os comandos de carga tradicionais podem não conseguir controlar a interferência até o nível alvo de maneira rápida o bastante. A PSD de transmissão do nó final é ajustada com base em um algoritmo de malha aberta a ser alocado para uma atualização rápida baseada na perda de percurso DL. O algoritmo de malha aberta pode fixar uma SNR recebida alvo diferente para nós finais diferentes.

Uma vez que o algoritmo de malha aberta não tem controle rigoroso sobre a interferência injetada em outras células vizinhas, uma vez que uma passagem inicial seja feita pelo controle de malha aberta e uma SNR recebida alvo tenha sido estabelecida, o controle de malha aberta de nó final muda para o controle de malha fechada 608. Estes níveis podem ser mantidos nos armazenamentos de memória apropriados como no item 710 da Figura 7 e no item 810 da Figura 8. O nó final, conforme pode ser representado pelo item 700 da Figura 7, atualiza então sua PSD de transmissão escutando os indicadores de carga da célula servidora e de

pelo menos outra célula não servidora vizinha, que gera o nível mais alto de interferência. O método de como o nó final obtém os indicadores de carga da outra célula pode variar (como, por exemplo, o nó final pode obtê-los através do inter-nó B ou da escuta direta de outras células).

Da perspectiva de um nível elevado, o algoritmo de controle de PSD de malha fechada proposto incorpora a ação, por cada célula, de execução de broadcast de um indicador de carga de uplink (ocupado ou não) no downlink de maneira periódica, conforme pode ser indicado através dos itens 824 e 834, Figura 8, e cada nó final decodifica os bits do indicador de carga, conforme pode ser indicado pelo item 712, Figura 7, de pelo menos uma célula interferente dominante (com base em medições de perda de percurso), e o nó final reduz, mantém ou aumenta aproximadamente sua densidade espectral de potência Tx permitida com base na célula servidora e nas células vizinhas não servidoras através de um aparelho exemplar, tal como o item 748 da Figura 7. Quando os comandos de carga são enviados através de comunicações inter-Nó B por meio de canal de transporte de retorno, a célula servidora ajusta a PSD Tx do UE com base nos comandos de carga recebidos das células vizinhas. O ajuste pode ser incluído nos comandos de programação ou pode ser feito pelo envio, pela célula servidora, dos comandos de carga ao UE. O UE monitora sua função de perda de percurso 610. O controle de malha fechada permanece em vigor enquanto a função de perda de percurso permanecer dentro de um nível-limite 612. Se a função de perda de percurso sair da banda alvo-limite 604, o método de controle reverte para o controle de malha aberta 606.

O protocolo de malha fechada inclui uma PSD de referência que é mantido na célula servidora (Nó B) e é

utilizada para controle de potência intracelular. Esta PSD de referência é baseada em um sinal conhecido periódico, tal como CQI. O nó final relata periodicamente um delta de PSD e uma largura de banda suportável. O delta de PSD de referência é uma função dos comandos de indicação de carga de células não servidoras e indica o espaço livre de potência disponível no nó final, supondo-se que a largura de banda atribuída (concedida) para transmissão de dados iguala a largura de banda de CQI. A largura de banda suportável é computada a partir da potência de transmissão máxima e da PSD Tx e indica a largura de banda máxima que pode ser suportada pelo nó final, dadas a restrição de potência Tx máxima e a PSD à qual o nó final transmite dados. O nó servidor concede então uma atribuição de uplink que consiste em uma largura de banda (número de tons, por exemplo), que deve ser mais baixa que a largura de banda suportável e em um formato de pacote (tamanho e modulação do pacote, por exemplo). O nó final transmite o pacote de acordo com a atribuição com o delta de PSD. O controle de potência intercelular é efetuado em parte pela escuta, pelo nó final, de comandos de indicação de carga da célula interferente mais intensa. Sob um aspecto, as indicações de carga podem ser geradas pela comparação da IoT filtrada com o ponto operacional alvo e transmitidas uma vez a cada 10 mseg utilizando-se OOK. O tamanho de etapa para mais/menos para ajustar o deslocamento da PSD pode variar.

Observe-se que o ajuste da PSD correspondente aos comandos de carga no controle de potência de malha fechada pode não ser tão drástico quanto o que corresponde ao da malha aberta. Uma vez que os indicadores de carga indicam o nível de interferência visto por outras células, um controle de interferência rigoroso pode ser obtido.

Portanto, com a abordagem proposta, um controle de interferência rápido e rigoroso pode ser obtido.

Resultados de teste indicam que, sem PC intercelular, a configuração inicial da PSD é crucial para o desempenho do sistema. Esta configuração inicial da PSD é tipicamente fixada pelo nó de acesso sem conhecimento pleno da variabilidade de vários fatores. Estes fatores variam por nó final e incluem fatores fora do controle do nó final.

A Figura 7 mostra um nó final exemplar 700 (um nó móvel, um terminal sem fio, por exemplo) associado a diversos aspectos. O nó final exemplar 700 pode ser um equipamento que pode ser utilizado como qualquer um dos nós finais 260, 270, 261, 271, 262, 272 mostrados na Figura 2. Conforme mostrado, o nó final 700 inclui um processador 704, uma interface de comunicação sem fio 730, uma interface de entrada/saída com usuário 740 e uma memória 710, acoplados entre si por um barramento 706. Por conseguinte, diversos componentes do nó final 700 podem trocar informações, sinais e dados por meio do barramento 706. Os componentes 704, 706, 710, 730, 740 do nó final 700 podem ser localizados no interior no interior de um alojamento 702.

A interface de comunicação sem fio 730 proporciona um mecanismo pelo qual os componentes internos do nó final 700 podem enviar e receber sinais para/de aparelhos externos e nós de rede (nós de acesso, por exemplo). A interface de comunicação sem fio 730 inclui, por exemplo, um módulo de receptor 732 com uma antena receptora 736 correspondente e um módulo de transmissor 734 com uma antena transmissora 738 correspondente utilizada para acoplar o nó final 700 a outros nós de rede (por meio de canais de comunicação sem fio, por exemplo).

O nó final exemplar 700 inclui também um aparelho de entrada de usuário 742 (um teclado, por exemplo) e um aparelho de saída de usuário 744 (um monitor, por exemplo), que são acoplados ao barramento 706 por meio da interface de entrada/saída de usuário 740. Assim, o aparelho de entrada de usuário 742 e o aparelho de saída de usuário 744 podem trocar informações, sinais e dados com outros componentes do nó final 700 por meio da interface de entrada/saída de usuário 740 e do barramento 706. A interface de entrada/saída de usuário 740 e aparelhos afins (o aparelho de entrada de usuário 742, o aparelho de saída de usuário 744, por exemplo) proporcionam um mecanismo pelo qual um usuário pode acionar o nó final 700 para que execute diversas tarefas. Em particular, o aparelho de entrada de usuário 742 e o aparelho de saída de usuário 744 apresentam uma funcionalidade que permite a um usuário controlar o nó final 700 e aplicativos (como, por exemplo, módulos, programas, rotinas, funções, etc.) que são executados na memória 710 do nó final.

O processador 704 pode estar sob o controle de diversos módulos (rotinas, por exemplo) incluídos na memória 710 e pode controlar o funcionamento do nó final 700 de modo a executar diversas sinalizações e processamentos aqui descritos. Os módulos incluídos na memória 710 são executados quando da partida ou conforme chamados por outros módulos. Os módulos podem trocar dados, informações e sinais quando executados. Os módulos podem também compartilhar dados e informações quando executados. A memória 710 do nó final 700 pode incluir um módulo de sinalização/controle 712 e dados de sinalização/controle 714.

O módulo de sinalização/controle 712 controla o processamento relativo ao recebimento e envio de sinais

(mensagens, por exemplo) para gerenciamento de armazenamento, recuperação e processamento de informações sobre estado(s). Os dados de sinalização/controle 714 incluem informações sobre estado(s) tais como, por exemplo, 5 parâmetros, condições e/ou outras informações referentes ao funcionamento do nó final. Em particular, os dados de sinalização/controle 714 podem incluir informações de configuração 716 (informações de identificação de nó final, por exemplo) e informações operacionais 718 (como, por 10 exemplo, informações sobre o estado atual de processamento, condição das respostas pendentes, etc.). O módulo de sinalização/controle 712 pode acessar e/ou modificar os dados de sinalização/controle 714 (como, por exemplo, atualizar as informações de configuração 716 e/ou as 15 informações operacionais 718).

A memória 710 do nó final 700 pode incluir também um módulo comparador 746, um módulo de ajuste de potência 748 e/ou um módulo de processamento de erros 750. Embora não mostrado, deve ficar entendido que o módulo comparador 20 746, o módulo de ajuste de potência 748 e/ou o módulo de processamento de erros 750 podem armazenar e/ou recuperar dados associado a eles que podem ser armazenados na memória 710. O módulo comparador 746 pode avaliar as informações recebidas associadas ao nó final 700 e efetuar uma 25 comparação com informações esperadas.

A Figura 8 mostra um nó de acesso exemplar 800 implementado de acordo com diversos aspectos aqui descritos. O nó de acesso exemplar 800 pode ser um equipamento utilizado como qualquer um dos nós de acesso 30 240, 241, 242 mostrados na Figura 2. O nó de acesso 800 pode incluir um processador 804, uma memória 810, uma interface com rede/inter-rede 820 e uma interface de comunicação sem fio 830, acoplados entre si por um

barramento 806. Por conseguinte, diversos componentes do nó de acesso 800 podem trocar informações, sinais e dados por meio do barramento 806. Os componentes 804, 806, 810, 820, 830 do nó de acesso 800 podem ser localizados no interior  
5 no interior de um alojamento 802.

A interface com rede/inter-rede 820 proporciona um mecanismo pelo qual os componentes internos do nó de acesso 800 podem enviar e receber sinais para/de aparelhos externos e nós de rede. A interface com rede/inter-rede  
10 820 inclui um módulo de receptor 822 e um módulo de transmissor 824 utilizados para acoplar o nó de acesso 800 a outros nós de rede (por meio de fios de cobre ou linhas de fibra óptica, por exemplo). A interface de comunicação sem fio 830 também proporciona um mecanismo pelo qual os  
15 componentes internos do nó de acesso 800 podem enviar e receber sinais para/de aparelhos externos e nós de rede (nós finais, por exemplo). A interface de comunicação sem fio 830 inclui, por exemplo, um módulo de receptor 832 com uma antena receptora 836 correspondente e um módulo de  
20 transmissor 834 com uma antena transmissora 838. A interface de comunicação sem fio 830 pode ser utilizada para acoplar o nó de acesso 800 a outros nós de rede (por meio de canais de comunicação sem fio, por exemplo).

O processador 804 pode estar sob o controle de  
25 diversos módulos (rotinas, por exemplo) incluídos na memória 810 e pode controlar o funcionamento do nó de acesso 800 de modo a executar diversas sinalizações e processamentos. Os módulos incluídos na memória 810 podem ser executados quando da partida ou conforme chamados por  
30 outros módulos que podem estar presentes na memória 810. Os módulos podem trocar dados, informações e sinais quando executados. Os módulos podem também compartilhar dados e informações quando executados. A título de exemplo, a

memória 810 do nó de acesso 800 pode incluir um módulo de Gerenciamento de Estados 812 e um módulo de Sinalização/Controle 814. Correspondendo a cada um destes módulos, a memória 810 inclui também dados de Gerenciamento  
5 de Estados 813 e os dados de Sinalização/Controle 815.

O Módulo de Gerenciamento de Estados 812 controla o processamento dos sinais recebidos dos nós finais ou outros nós de rede no que se refere ao armazenamento e recuperação de estados. Os Dados de Gerenciamento de  
10 Estados 813 incluem, por exemplo, informações relacionadas com nós finais, tais como o estado ou parte do estado, ou a localização do estado atual do nó final se armazenada em algum outro nó de rede. O módulo de Gerenciamento de Estados 812 pode acessar e/ou modificar os dados de  
15 Gerenciamento de Estados 813.

O módulo de Sinalização/Controle 814 controla o processamento dos sinais para/de nós finais através da interface de comunicação sem fio 830 e para/de outros nós de rede através da interface com rede/inter-rede 820  
20 conforme necessário para outras operações, tais como função sem fio básica, gerenciamento de rede, etc. Os dados de Sinalização/Controle 815 incluem, por exemplo, dados relacionados com nós finais referentes à atribuição de canais sem fio para funcionamento básico e outros dados  
25 relacionados com rede, tais como o endereço de servidores de suporte/gerenciamento, informações de configuração para comunicações em rede básicas. O módulo de Sinalização/Controle 814 pode acessar e/ou modificar os dados de Sinalização/Controle 815.

30 A memória 810 pode incluir adicionalmente um módulo de atribuição de identificação (ID) única 840, um módulo de atribuição de identificação (ID) de LIGADO 842, um módulo de controlador de potência 844 e um módulo de

verificador de terminal sem fio (WT) 846. Deve ficar entendido que o módulo de atribuidor de ID única 840, o módulo de atribuidor de ID de LIGADO 842, o módulo de controlador de potência 844 e/ou o módulo de verificador de WT 846 podem armazenar e/ou recuperar dados afins retidos na memória 810. Além disto, o módulo de atribuidor de ID única 840 pode 840 pode alocar um identificador de terminal (máscara de embaralhamento, por exemplo) a um terminal sem fio. O módulo de atribuidor de ID de LIGADO 842 pode atribuir um identificador de LIGADO a um terminal sem fio, enquanto o terminal sem fio estiver no estado LIGADO de sessão. O módulo de controlador de potência 844 pode transmitir informações de controle de potência para um terminal sem fio ou para outros nós de acesso. O módulo de verificador de WT 846 pode permitir a inclusão de informações relacionadas com terminal sem fio em uma unidade de transmissão.

A Figura 9 mostra um sistema 900 de acordo com um aspecto. O componente 902 estabelece um alvo recebido, que é uma função da perda de percurso tanto do nó final para o nó servidor quanto do nó final para os nós celulares vizinhos. O nó final pode ser representado como o item 700, Figura 7. O controle de malha aberta 504 é inicialmente utilizado pelo nó de acesso, conforme pode ser representado na Figura 8, item 800. A PSD de transmissão do nó final é ajustada com base em um algoritmo de malha aberta a ser alocado para uma atualização rápida baseada na perda de percurso DL. O algoritmo de malha aberta pode fixar uma SNR recebida alvo diferente para diferentes nós finais. Em um momento apropriado, o controle de malha fechada substitui o controle de malha aberta. O componente 904 utiliza controle de malha aberta, e o componente 906 comuta para a utilização do controle de malha fechada.

A seguir é apresentado um aspecto que mostra resultados de experimentação com controle de potência intercelular. O controle de potência intercelular é feito pela escuta, pelo UE, de comandos de indicação de carga da célula interferente mais intensa. Os indicadores de carga são gerados pela comparação da IoT filtrada com o ponto operacional alvo e transmitidos uma vez a cada 10 mseg com a utilização de OOK. O tamanho de etapa para mais/para menos para ajustar o deslocamento de PSD é de 0,05 dB com roteiros D1, D2 e D4 e é de 0,5 dB com D3. Nas Tabelas 1 e 2, é mostrado o desempenho do sistema em termos da IoT operacional média, capacidade de transmissão celular média e capacidade de transmissão do UE de 5% de borda com e sem controle de potência intercelular. Gráficos de equidade para diferentes orçamentos de link são mostrados nas Figuras de 11 a 17, respectivamente. A equidade é definida como a CDF da eficácia espectral do UE. Os deslocamentos de PSD de malha aberta iniciais com controle de potência intercelular são mostrados na Figura 10. Os resultados nas Tabelas 1 e 2 são com a mesma configuração inicial da PSD dada na Figura 10. Com a configuração inicial dada como na Figura 10, um tamanho de etapa maior (0,5 dB) é necessário para acionar o sistema conforme desejado. A maior variação resultante do tamanho de etapa maior torna o desempenho do sistema ligeiramente pior que os de sintonia fina. Deve ficar entendido que, sem controle de potência intercelular, uma configuração inicial pode não produzir resultados significativos devido à ISD maior e a perda de penetração mais elevada inerente às condições do orçamento de link D3 e, portanto a Tabela 2 tem entradas de "N/A".

Tabela 1: Capacidade de transmissão do sistema com controle de potência intercelular

Orçamento	Distância	Velocidade	IoT	Eficácia	5% de
-----------	-----------	------------	-----	----------	-------

de Link	de local para local (m)	(kph)	Média (dB)	Espectral (b/s/Hz)	Eficácia Espectral (b/s/Hz)
D1	500	3	4,43	0,69	0,017
D2	500	30	4,41	0,71	0,017
D3	1732	3	4,40	0,57	0,004
D4	1000	3	4,44	0,68	0,017

Tabela 2: Capacidade de transmissão do sistema sem controle de potência intercelular - mesma configuração inicial da PSD

Orçamento de Link	Distância de local para local (m)	Velocidade (kph)	IoT Média (dB)	Eficácia Espectral (b/s/Hz)	5% de Eficácia Espectral (b/s/Hz)
D1	500	3	2,94	0,81	0,002
D2	500	30	3,01	0,82	0,002
D3	1732	3	N/A	N/A	N/A
D4	1000	3	2,97	0,81	0,002

5

Estes resultados demonstram que, com a mesma configuração inicial, o sistema pode ser acionado muito rigorosamente à IoT alvo com razoável equidade quando há controle de potência intercelular; e quando não há controle de potência intercelular, o critério de equidade não pode ser satisfeito, embora a capacidade de transmissão do sistema seja mais elevada. Conforme mencionado *supra*, isto se deve à penalidade rigorosa imposta aos UEs de borda com algumas configurações iniciais. Com o controle de potência intercelular habilitado, a configuração inicial da PSD é menos suspeita das perdas assim encontradas uma vez que ela será adaptativamente atualizada pela indicação de carga. Quando não há controle de potência de potência intercelular, a configuração inicial da PSD pode ter um forte impacto sobre o desempenho do sistema. Isto pode ser

20

evidenciado mais detalhadamente pelo exame dos resultados de teste com configurações iniciais modificadas da PSD quanto às Tabelas 3 e 4.

5 Tabela 3: Capacidade de transmissão do sistema sem controle de potência intercelular - configuração inicial modificada I da PSD

Orçamento de Link	Distância de local para local (m)	Velocidade (kph)	IoT Média (dB)	Eficácia Espectral (b/s/Hz)	5% de Eficácia Espectral (b/s/Hz)
D1	500	3	5,76	0,75	0,017
D2	500	30	5,97	0,81	0,017
D3	1732	3	3,48	0,51	0,005
D4	1000	3	5,68	0,75	0,017

10 Tabela 4: Capacidade de transmissão sem controle de potência intercelular - configuração inicial modificada II da PSD

Orçamento de Link	Distância de local para local (m)	Velocidade (kph)	IoT Média (dB)	Eficácia Espectral (b/s/Hz)	5% de Eficácia Espectral (b/s/Hz)
D1	500	3	4,53	0,77	0,004
D2	500	30	4,47	0,82	0,004
D3	1732	3	3,95	0,56	0,005
D4	1000	3	4,46	0,78	0,004

15 Os resultados na Tabela 3 com D1, D2 e D4 estão com o mapeamento inicial dado na Figura 18, enquanto D3 está com o mapeamento da Figura 19. Os gráficos de equidade correspondentes são apresentados nas Figuras 20 a 23. É demonstrado o novo conjunto de resultados que pode satisfazer o critério de equidade, mas a IoT do sistema é mais elevada que o ponto operacional alvo de 4,5 dB.

Os resultados na Tabela 4 com D1, D2 e D4 estão com um mapeamento inicial diferente apresentado na Figura 24, enquanto D3 está com o mapeamento na Figura 25. As Figuras 26-29 mostram as diferentes curvas de equidade para a configuração inicial II da PSD por Tabela 4. A IoT resultante para estas condições é de cerca de 4,5 dB, o critério de equidade é satisfeito e a capacidade de transmissão é mais elevada. Entretanto, com D1/D2/D4, a eficácia espectral de borda é muito mais baixa. Observe-se que os resultados com D3 na Tabela 4 são ligeiramente melhores que os com controle de potência intercelular listados na Tabela 1. Quando há controle de potência intercelular, a IoT por célula é controlada de maneira razoavelmente rigorosa, embora exista maior variação na IoT no caso de ausência de controle de potência intercelular. Sem o controle de potência intercelular, células diferentes podem experimentar uma potência interferente diferente, dependendo do layout do UE. Isto pode ser demonstrado nas Figuras 30-33, nas quais é mostrada a CDF da IoT através de células com e sem controle de potência intercelular.

O impacto do controle de potência intercelular pode ser avaliado pela habilitação e a desabilitação dos indicadores de carga das células vizinhas, conforme sumariado na Tabela 5.

Tabela 5: Impacto do Controle de PSD - Capacidade versus Desempenho na Borda da(s) Células

Orçamento de Link	Distância de local para local (m)	Velocidade (kph)	Controle de PSD de Malha Fechada	IoT Média (dB)	Eficácia Espectral (b/s/Hz)	5% de Eficácia Espectral (b/s/Hz)
D1	500	3	Não	4,53	0,77	0,004
			Sim	4,43	0,69	0,017

Sob ainda outro aspecto, a IoT de curto prazo pode ser avaliada com e sem controle de potência intercelular. Na Figura 34, é apresentada a CDF da IoT de curto prazo quando há e não há controle de potência intercelular. A IoT de curto prazo é definida como a IoT dividida proporcionalmente através de 1,5 mseg. Pode-se ver que, sem controle de potência intercelular, a ultrapassem dos limites da IoT é mais elevada.

Para uma implementação em software, as técnicas aqui descritas podem ser implementadas com módulos (como, por exemplo, procedimentos, funções e assim por diante) que executem as funções aqui descritas. Os códigos de software podem ser armazenados em unidades de memória e executados por processadores. A unidade de memória pode ser implementada dentro do processador ou fora do processador, e neste caso ela pode ser comunicativamente acoplada ao processador através de diversos dispositivos, conforme é conhecido na técnica.

O que foi descrito acima inclui exemplos de uma ou mais modalidades. Evidentemente não é possível descrever toda combinação concebível de componentes ou metodologias para fins de descrição das modalidades antes mencionadas, mas os versados na técnica podem reconhecer que são possíveis muitas outras combinações e permutas de diversas modalidades. Por conseguinte, as modalidades descritas pretendem abranger todas as alterações, modificações e variações que se incluam dentro do espírito e alcance das reivindicações anexas. Além disto, na medida em que o termo "inclui" é utilizado seja na descrição detalhada, seja nas reivindicações, tal termo pretende ser inclusivo de uma maneira semelhante ao termo "que compreende(m)" como "que compreende(m)" é interpretado quando utilizado como uma palavra de transição em uma reivindicação.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método que facilita o controle de interferência intercelular em um sistema OFDM, o qual compreende:

5           utilizar um alvo recebido que utiliza leituras de perda de percurso tanto do nó final para o nó servidor quanto do nó final para nós não servidores vizinhos;

          utilizar controle de PSD de malha aberta no início da utilização do nó final ou quando de uma grande  
10 alteração na função de perda de percurso do nó final; e

          comutar para o controle de PSD de malha fechada em um momento apropriado.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual o controle de PSD de malha aberta utiliza comandos de  
15 indicação de carga de células vizinhas não servidoras.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual o controle de PSD de malha fechada utiliza comandos de indicação de carga de células vizinhas não servidoras.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, no  
20 qual cada célula efetua broadcast de um indicador de carga de uplink em um downlink de maneira periódica, ou cada célula envia os comandos de carga às suas células vizinhas por meio do canal de transporte de retorno.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, que  
25 compreende decodificar bits de indicador de carga com base em medições de perda de percurso de pelo menos uma célula interferente dominante ou escutar os comandos de carga enviados da célula servidora que podem ser incluídos na mensagem de programação ou enviados explicitamente.

30           6. Método, de acordo com a reivindicação 5, que compreende fazer com que um equipamento de usuário reduza a densidade espectral de potência (PSD) de transmissão.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, que compreende manter uma PSD de referência em pelo menos um nó e utilizar a PSD de referência para controle de potência intra-celular.

5 8. Método, de acordo com a reivindicação 1, que compreende receber um valor de delta de PSD e dados de largura de banda suportável de um UE.

9. Método, de acordo com a reivindicação 7, o pelo menos um nó concedendo uma atribuição de uplink que  
10 compreende: informações de largura de banda e formato de pacote.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, que compreende atribuir largura de banda a UEs com base na seguinte equação:

15 
$$W_{atribuir}(i) = \text{Largura de banda atribuída para UE } i \leq W_{tx}(i)$$

e cada UE atribuído fixa sua PSD de transmissão em  $\phi_{tx}(i)$  e transmite dados ao nível de potência dado por:  $P_{atribuída}(i) =$

$$\phi_{tx}(i) \cdot W_{atribuir}(i) \leq P_{max}(i)$$

20

$\phi_{ref}(i)$  = PSD de referência para UE  $i$

$W_{ref}$  = Largura de banda de referência

onde  $\phi_{tx}(i)$  = PSD Tx para EU  $i$

25  $\Delta_{psd}$  = Intensificação de PSD de referência (dB)

$W_{tx}(i)$  = Largura de banda suportável para UE  $i$

A PSD de referência é definida como:

$$\Phi_{ref}(i) = \frac{P_{ref}(i)}{W_{ref}}$$

O UE relata periodicamente:

$$\Delta(i) = \Delta_{psd} - f(L_i)$$

$$W_{tx}(i) = \frac{P_{max}(i)}{\Phi_{tx}(i)}$$

onde a PSD Tx é definida como:

$$\Phi_{tx}(i) = \frac{P_{ref}(i)}{W_{ref}} \cdot 10^{\Delta(i)/10}$$

e  $L_i$  representa o indicador de carga no UE  $i$ .

5                    11. Meio passível de leitura por computador que tem armazenadas nele instruções executáveis por computador para executar os seguintes atos:

                  utilizar um alvo recebido que utiliza leituras de perda de percurso tanto do nó final para o nó servidor  
10 quanto do nó final para nós não servidores vizinhos;

                  utilizar controle de PSD de malha aberta no início da utilização do nó final ou quando de uma grande alteração na função de perda de percurso do nó final; e

                  comutar para o controle de PSD de malha fechada  
15 em um momento apropriado.

                  12. Meio passível de leitura por computador, de acordo com a reivindicação 11, que tem armazenadas nele instruções executáveis por computador para: ter cada célula efetuando o broadcast de um indicador de carga de uplink em  
20 um downlink de maneira periódica, ou ter cada célula enviando os comandos de carga às suas células vizinhas por meio do canal de transporte de retorno.

                  13. Meio passível de leitura por computador, de acordo com a reivindicação 11, que tem armazenadas nele  
25 instruções executáveis por computador para decodificar bits de indicador de carga de pelo menos uma célula interferente dominante ou da célula servidora com base em medições de perda de percurso.

14. Meio passível de leitura por computador, de acordo com a reivindicação 11, que tem armazenadas nele instruções executáveis por computador para fazer com que um equipamento de usuário reduza a densidade espectral de potência (PSD) de transmissão.

15. Meio passível de leitura por computador, de acordo com a reivindicação 11, que tem armazenadas nele instruções executáveis por computador para manter uma PSD de referência em pelo menos um nó e utilizar a PSD de referência para controle de potência intracelular.

16. Meio passível de leitura por computador, de acordo com a reivindicação 11, que tem armazenadas nele instruções executáveis por computador para receber um valor de delta de PSD e dados de largura de banda suportável de um UE.

17. Meio passível de leitura por computador, de acordo com a reivindicação 11, que tem armazenadas nele instruções executáveis por computador para fazer com que pelo menos um nó conceda uma atribuição de uplink que compreende: informações de largura de banda e formato de pacote.

18. Meio passível de leitura por computador, de acordo com a reivindicação 11, que tem armazenadas nele instruções executáveis por computador para atribuir largura de banda a UEs com base na seguinte equação:

$$W_{atribuir}(i) = \text{Largura de banda atribuída para UE } i \leq W_{tx}(i)$$

e cada UE atribuído fixa sua PSD de transmissão em  $\phi_{tx}(i)$  e transmite dados ao nível de potência dado por:  $P_{atribuída}(i) =$

$$\phi_{tx}(i) \cdot W_{atribuir}(i) \leq P_{max}(i)$$

$\phi_{ref}(i)$  = PSD de referência para UE  $i$

$W_{ref}$  = Largura de banda de referência

onde  $\phi_{tx}(i)$  = PSD Tx para UE  $i$   
 $\Delta_{psd}$  = Intensificação de PSD de referência (dB)  
 $W_{tx}(i)$  = Largura de banda suportável para UE  $i$

A PSD de referência é definida como:

$$\Phi_{ref}(i) = \frac{P_{ref}(i)}{W_{ref}}$$

O UE relata periodicamente:

$$\Delta(i) = \Delta_{psd} - f(L_i)$$

$$W_{tx}(i) = \frac{P_{max}(i)}{\Phi_{tx}(i)}$$

onde a PSD Tx é definida como:

$$\Phi_{tx}(i) = \frac{P_{ref}(i)}{W_{ref}} \cdot 10^{\Delta(i)/10}$$

10 e  $L_i$  representa o indicador de carga no UE  $i$ .

19. Processador que executa um código para controlar a interferência intercelular em um sistema OFDM e executa um código executável por computador armazenado em um meio de armazenamento para:

15 utilizar um alvo recebido que utiliza leituras de perda de percurso tanto do nó final para o nó servidor quanto do nó final para nós não servidores vizinhos;

utilizar controle de PSD de malha aberta no início da utilização do nó final ou quando de uma grande  
 20 alteração na função de perda de percurso do nó final; e

comutar para o controle de PSD de malha fechada em um momento apropriado.

20. Processador, de acordo com a reivindicação 19, que executa instruções executáveis por computador para ter cada célula efetuando o broadcast de um indicador de  
 25 larga de uplink em um downlink de maneira periódica, ou ter cada célula enviando os comandos de carga às suas células vizinhas por meio do canal de transporte de retorno.

21. Processador, de acordo com a reivindicação 19, que executa instruções executáveis por computador para decodificar bits de indicador de carga de pelo menos uma célula interferente dominante ou da célula servidora.

5 22. Processador, de acordo com a reivindicação 19, que executa instruções executáveis por computador para fazer com que um equipamento de usuário reduza a densidade espectral de potência (PSD) de transmissão.

10 23. Processador, de acordo com a reivindicação 19, que executa instruções executáveis por computador para manter uma PSD de referência em pelo menos um nó e utilizar a PSD de referência para controle de potência intracelular.

15 24. Processador, de acordo com a reivindicação 19, que executa instruções executáveis por computador para receber um valor de delta de PSD e dados de largura de banda suportável de um UE.

20 25. Processador, de acordo com a reivindicação 19, que executa instruções executáveis por computador para fazer com que pelo menos um nó conceda uma atribuição de uplink que compreende: informações de largura de banda e formato de pacote.

25 26. Processador, de acordo com a reivindicação 19, que executa instruções executáveis por computador para atribuir largura de banda a UEs com base na seguinte equação:

$$W_{atribuir}(i) = \text{Largura de banda atribuída para UE } i \\ \leq W_{tx}(i)$$

e cada UE atribuído fixa sua PSD de transmissão em  $\phi_{tx}(i)$  e transmite dados ao nível de potência dado por:  $P_{atribuída}(i) =$

30  $\phi_{tx}(i) \cdot W_{atribuir}(i) \leq P_{max}(i)$

$\phi_{ref}(i)$  = PSD de referência para UE  $i$

$W_{ref}$  = Largura de banda de referência

onde  $\phi_{tx}(i)$  = PSD Tx para UE  $i$   
 $\Delta_{psd}$  = Intensificação de PSD de referência (dB)  
 $W_{tx}(i)$  = Largura de banda suportável para UE  $i$

A PSD de referência é definida como:

$$\Phi_{ref}(i) = \frac{P_{ref}(i)}{W_{ref}}$$

5

O UE relata periodicamente:

$$\Delta(i) = \Delta_{psd} - f(L_i)$$

$$W_{tx}(i) = \frac{P_{max}(i)}{\Phi_{tx}(i)}$$

onde a PSD Tx é definida como:

$$\Phi_{tx}(i) = \frac{P_{ref}(i)}{W_{ref}} \cdot 10^{\Delta(i)/10}$$

10 e  $L_i$  representa o indicador de carga no UE  $i$ .

27. Sistema que facilita o controle de interferência intercelular em um sistema OFDM, que compreende:

15 um dispositivo para utilizar um alvo recebido que utiliza leituras de perda de percurso tanto do nó final para o nó servidor quanto do nó final para nós não servidores vizinhos;

20 um dispositivo para utilizar controle de PSD de malha aberta no início da utilização do nó final ou quando de uma grande alteração na função de perda de percurso do nó final; e

um dispositivo para comutar para o controle de PSD de malha fechada em um momento apropriado.

25 28. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, que compreende um dispositivo para fazer com que cada célula efetue o broadcast de um indicador de largura de uplink em um downlink de maneira periódica, ou um dispositivo para ter cada célula enviando os comandos de

carga às suas células vizinhas por meio do canal de transporte de retorno.

29. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, que compreende um dispositivo para decodificar bits de indicador de carga com base em medições de perda de percurso de pelo menos uma célula interferente dominante ou da célula servidora.

30. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, que compreende um dispositivo para fazer com que um equipamento de usuário reduza a densidade espectral de potência (PSD) de transmissão.

31. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, que compreende um dispositivo para manter uma PSD de referência em pelo menos um nó e utilizar a PSD de referência para controle de potência intracelular.

32. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, que compreende um dispositivo para receber um valor de delta de PSD e dados de largura de banda suportável de um UE.

33. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, que compreende um dispositivo para fazer com que o pelo menos um nó conceda uma atribuição de uplink que compreende: informações de largura de banda e formato de pacote.

34. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, que compreende um dispositivo para atribuir largura de banda a UEs com base na seguinte equação:

$$W_{atribuir}(i) = \text{Largura de banda atribuída para UE } i \leq W_{tx}(i)$$

e cada UE atribuído fixa sua PSD de transmissão em  $\phi_{tx}(i)$  e transmite dados ao nível de potência dado por:  $P_{atribuída}(i) =$

$$\phi_{tx}(i) \cdot W_{atribuir}(i) \leq P_{max}(i)$$

$\phi_{ref}(i)$  = PSD de referência para UE i

$W_{ref}$  = Largura de banda de referência

onde  $\phi_{tx}(i)$  = PSD Tx para EU i

$\Delta_{psd}$  = Intensificação de PSD de referência (dB)

5  $W_{tx}(i)$  = Largura de banda suportável para UE i

A PSD de referência é definida como:

$$\Phi_{ref}(i) = \frac{P_{ref}(i)}{W_{ref}}$$

O UE relata periodicamente:

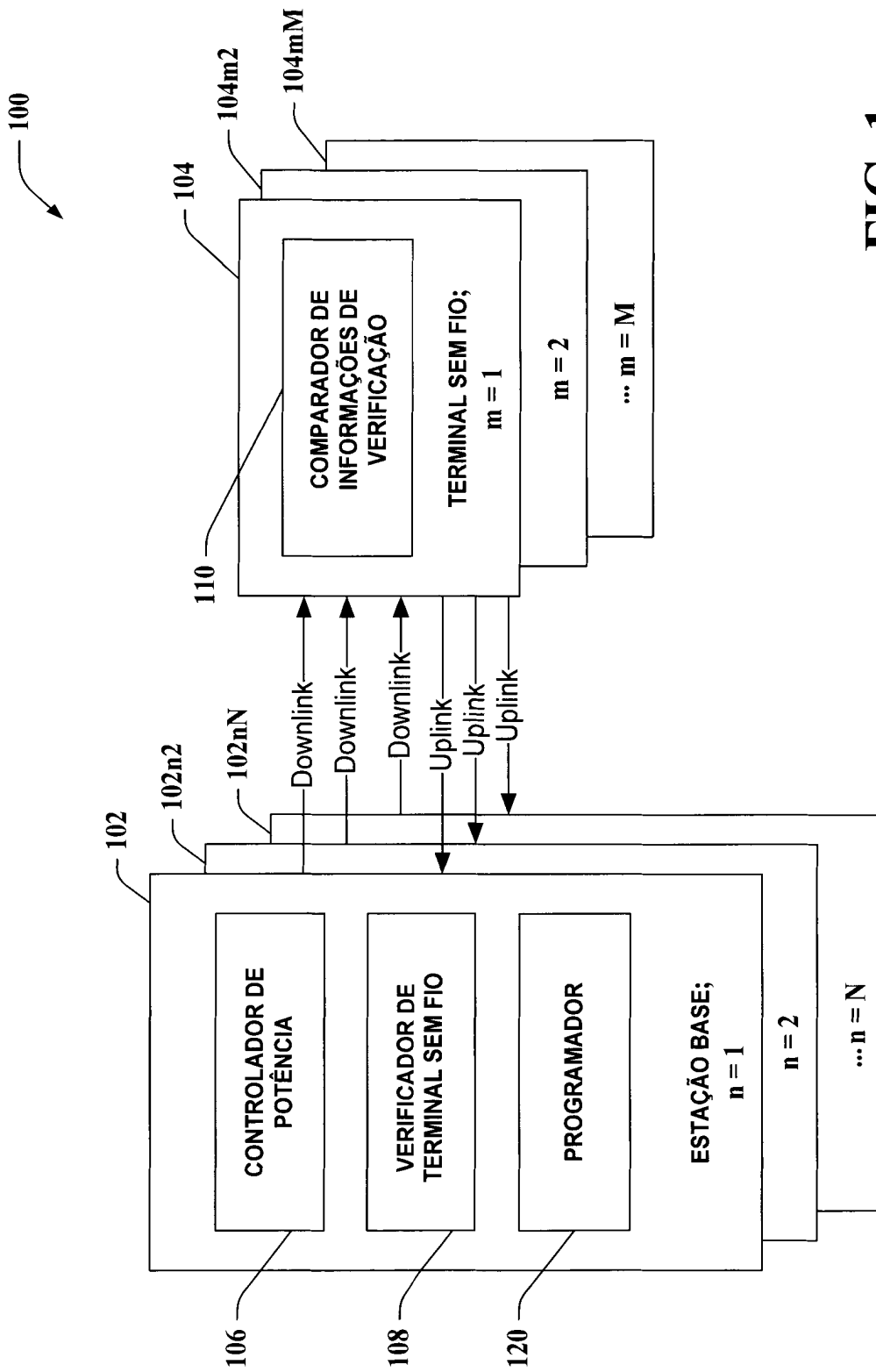
$$\Delta(i) = \Delta_{psd} - f(L_i)$$

$$W_{tx}(i) = \frac{P_{max}(i)}{\Phi_{tx}(i)}$$

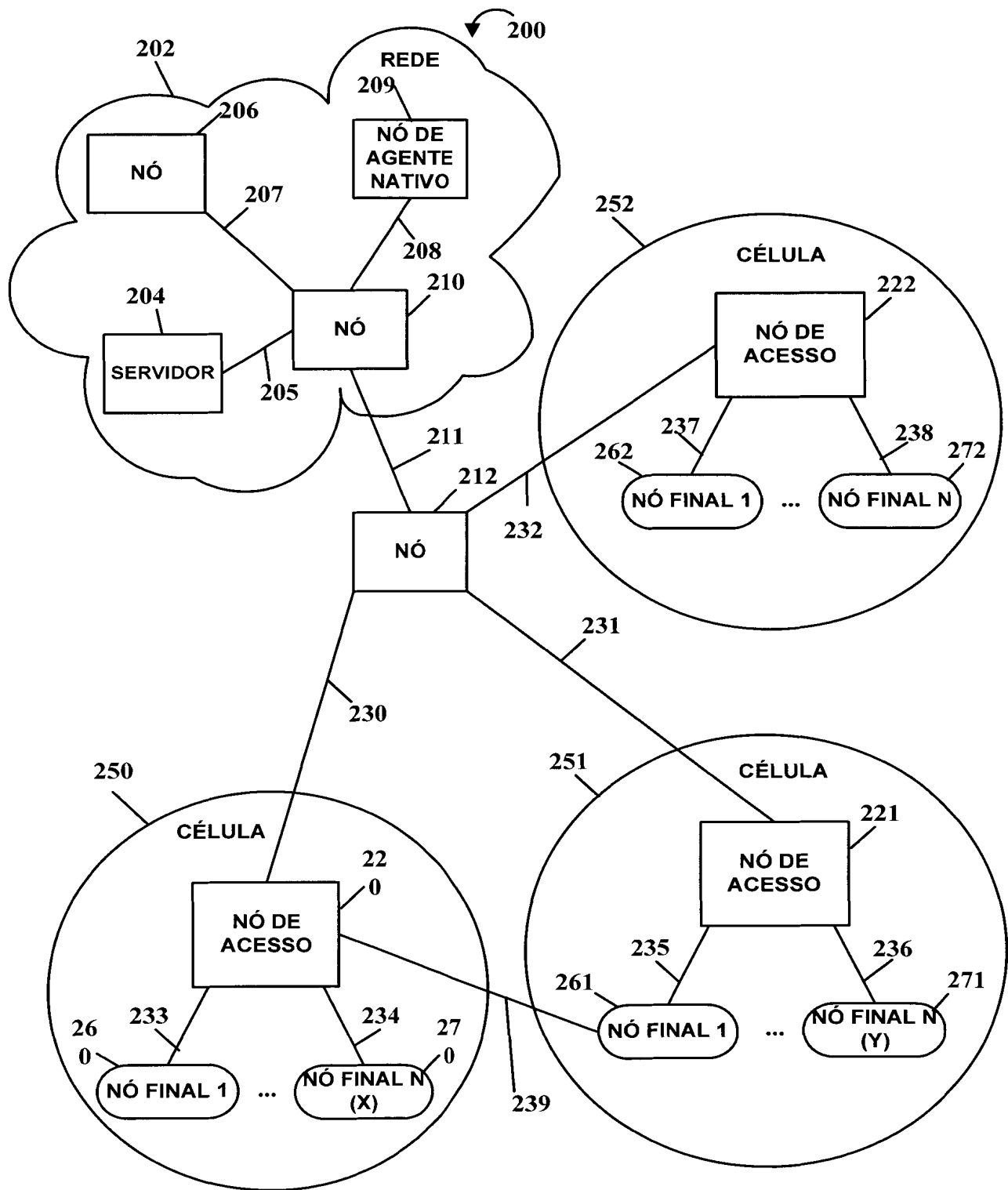
10 onde a PSD Tx é definida como:

$$\Phi_{tx}(i) = \frac{P_{ref}(i)}{W_{ref}} \cdot 10^{\Delta(i)/10}$$

e  $L_i$  representa o indicador de carga no UE i.



**FIG. 1**



**FIG. 2**

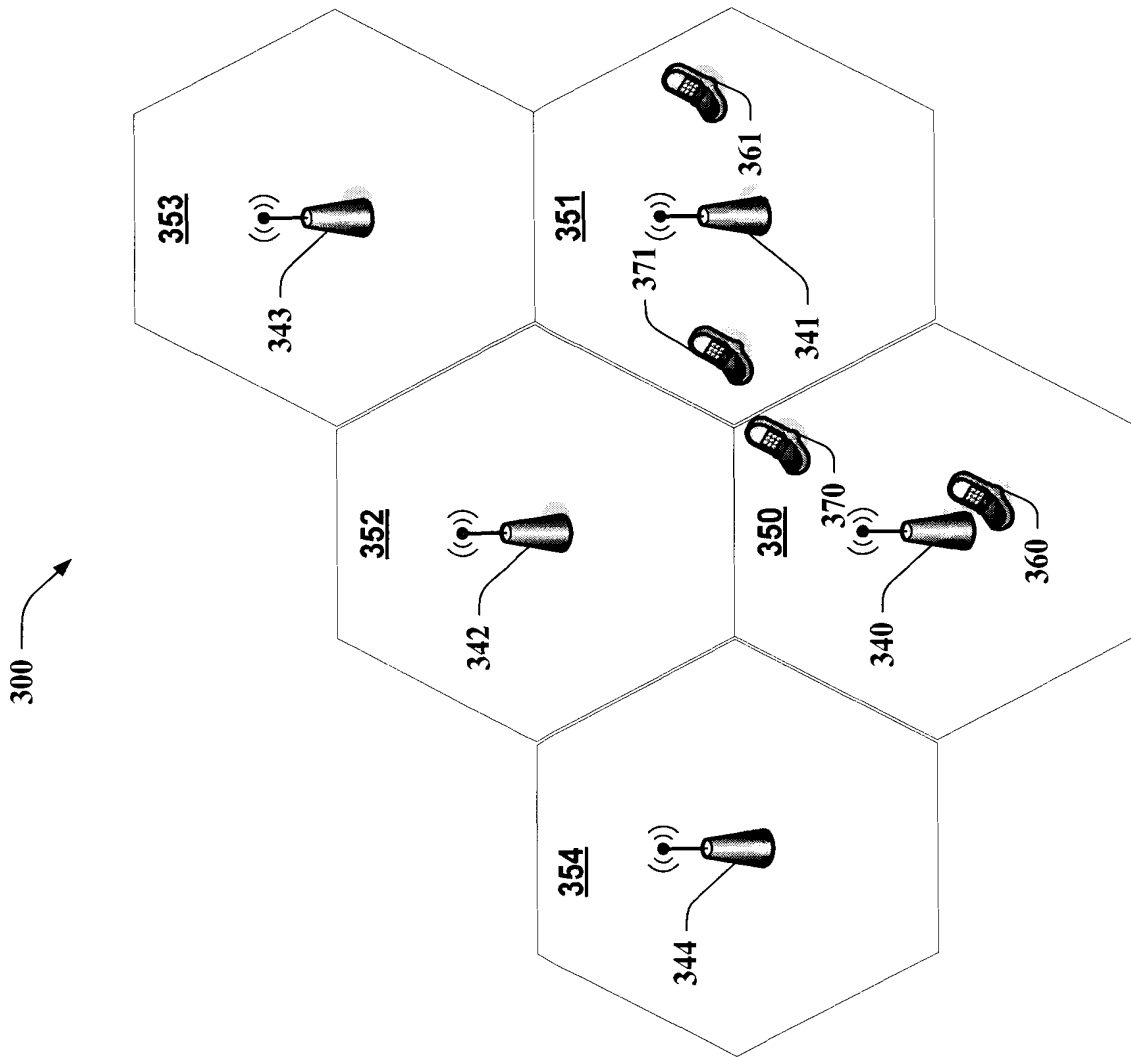
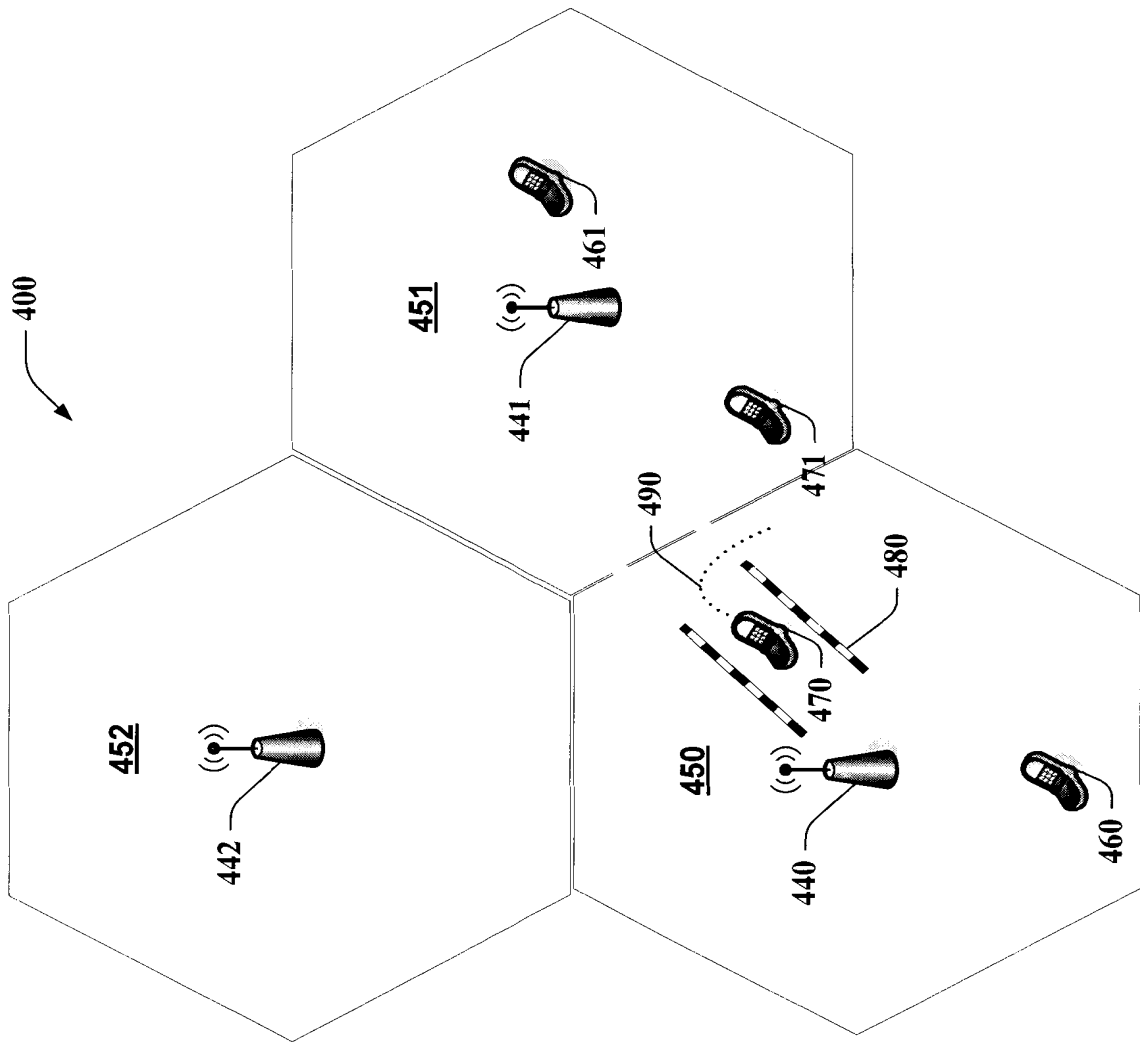
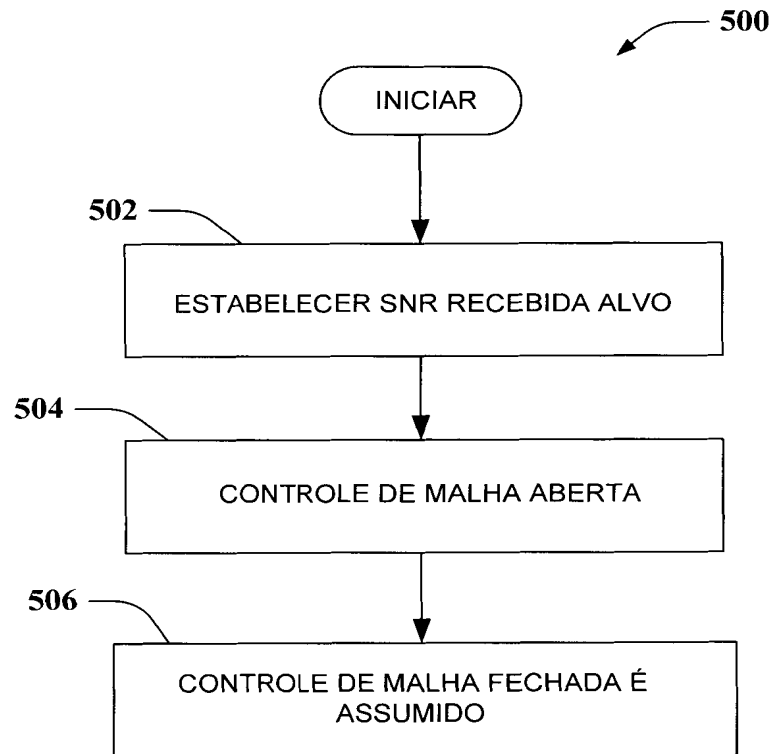
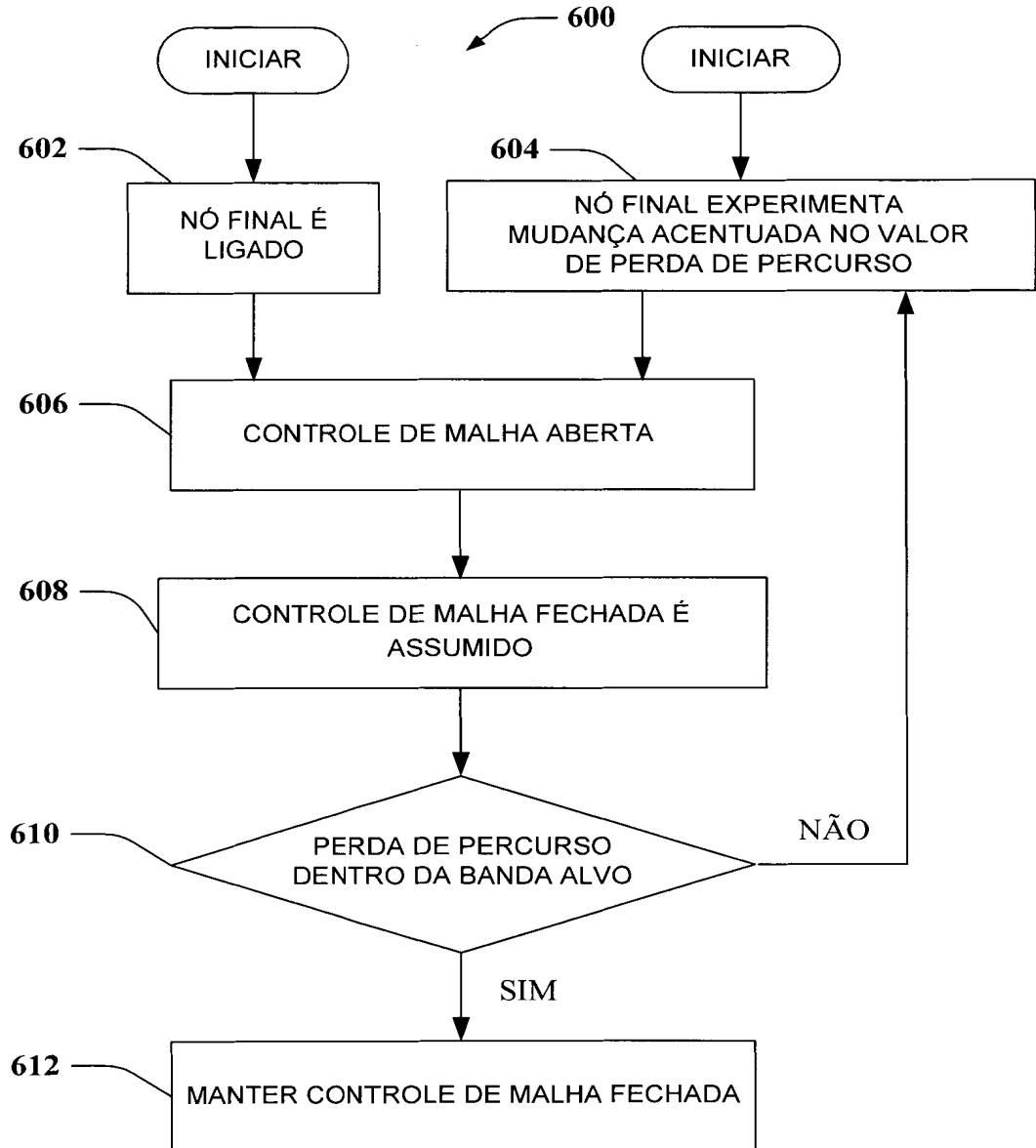


FIG. 3



**FIG. 4**

**FIG. 5**

**FIG. 6**

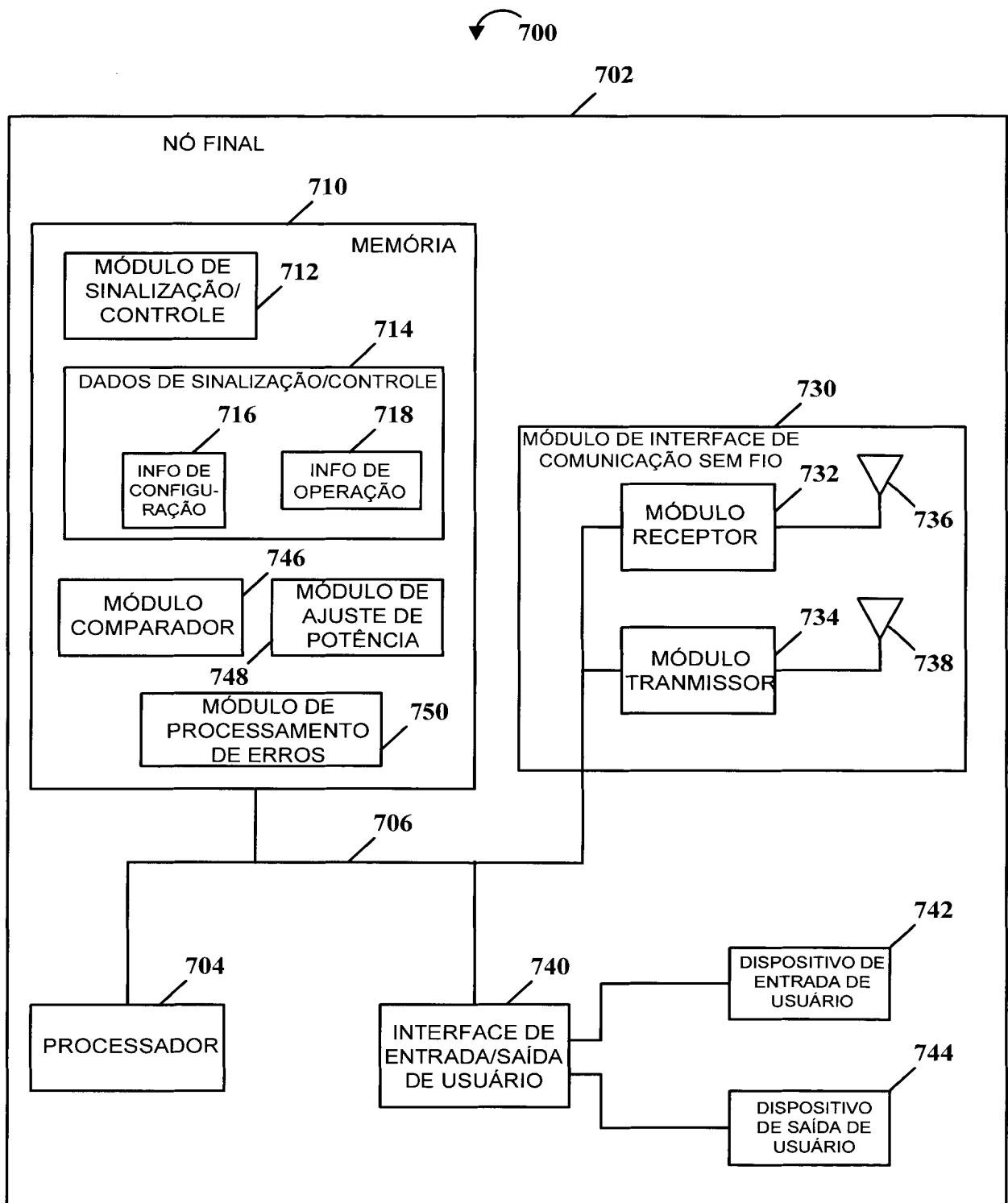
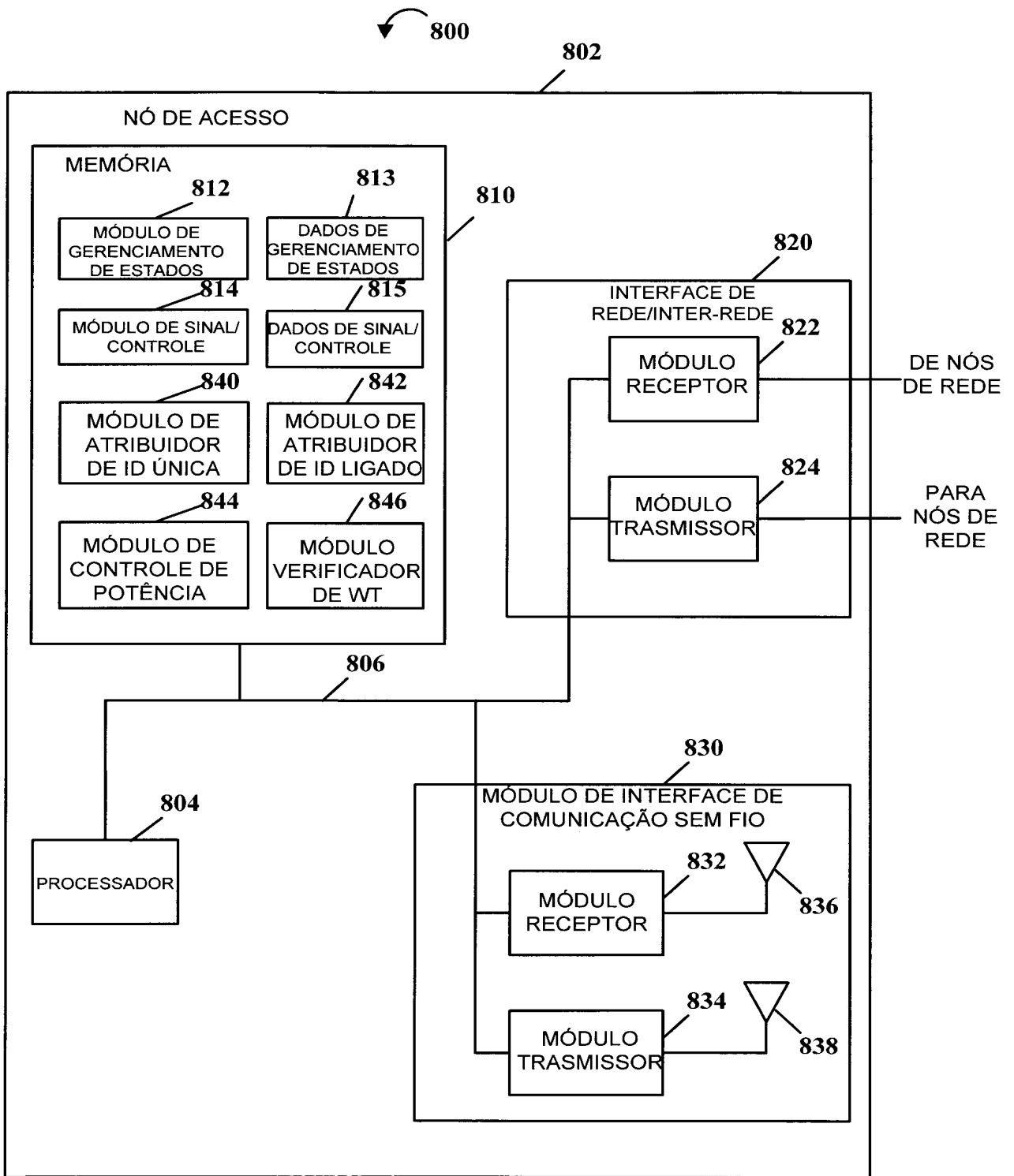
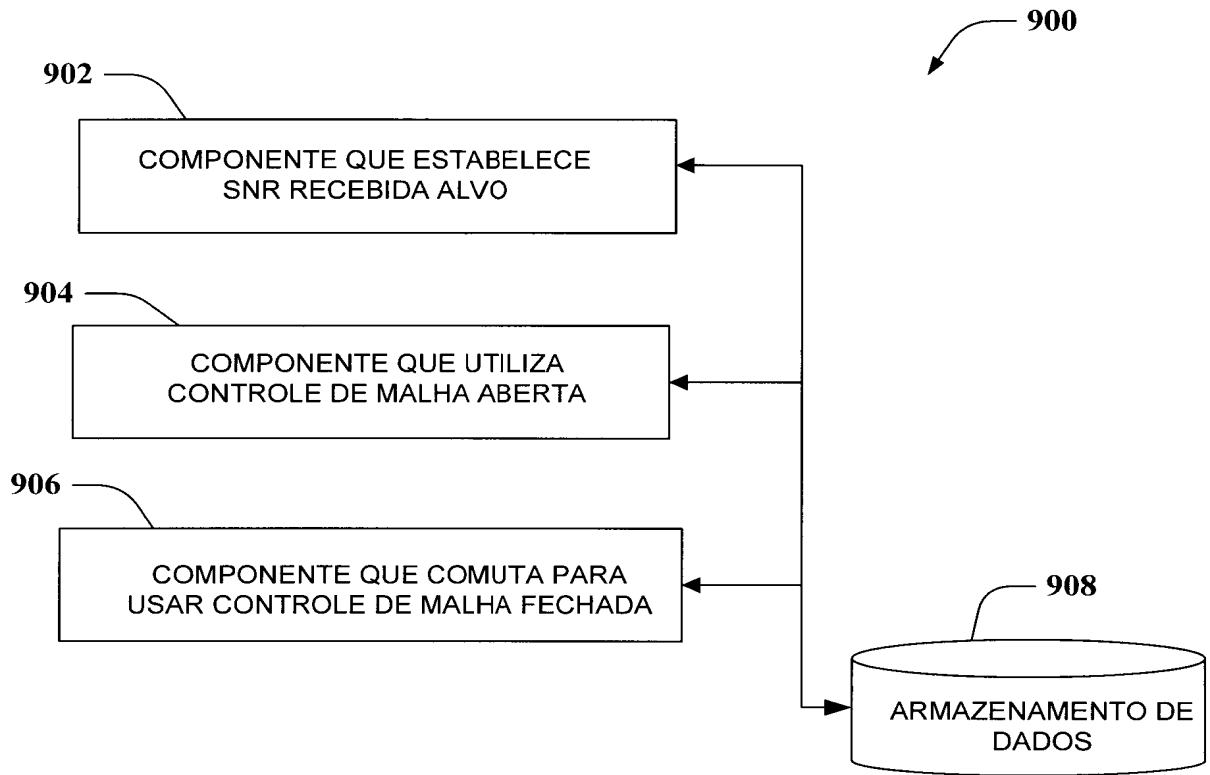


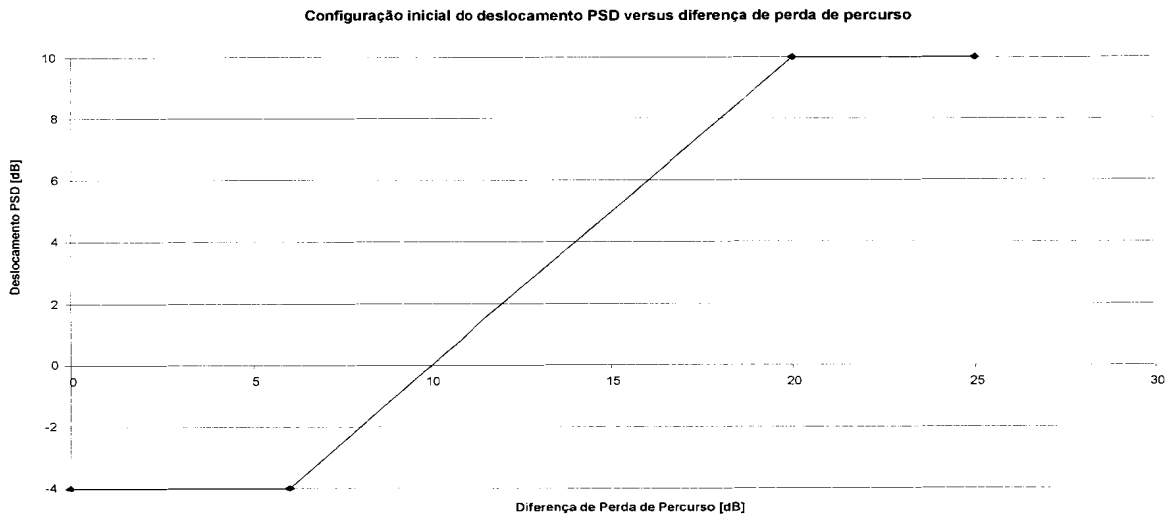
FIG. 7



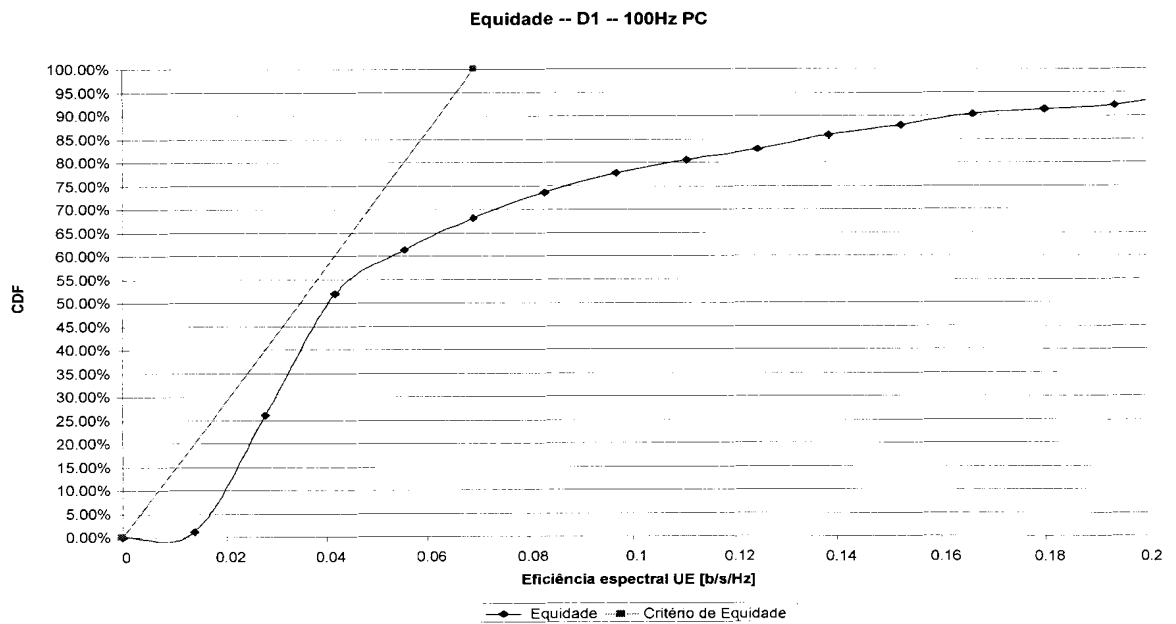
**FIG. 8**



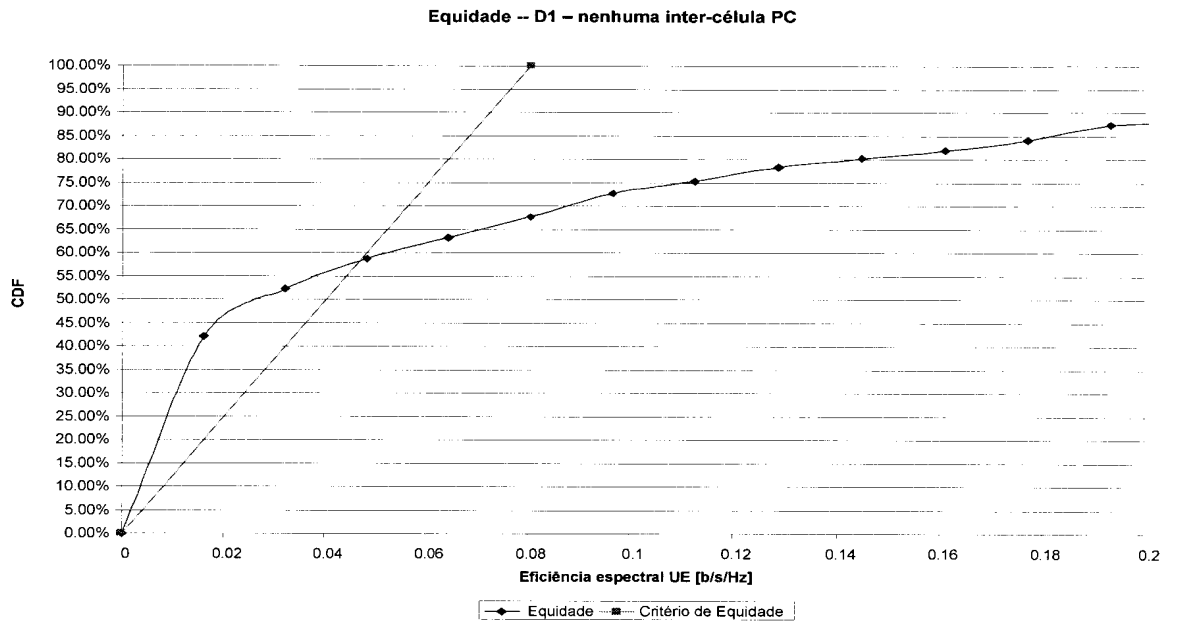
**FIG. 9**



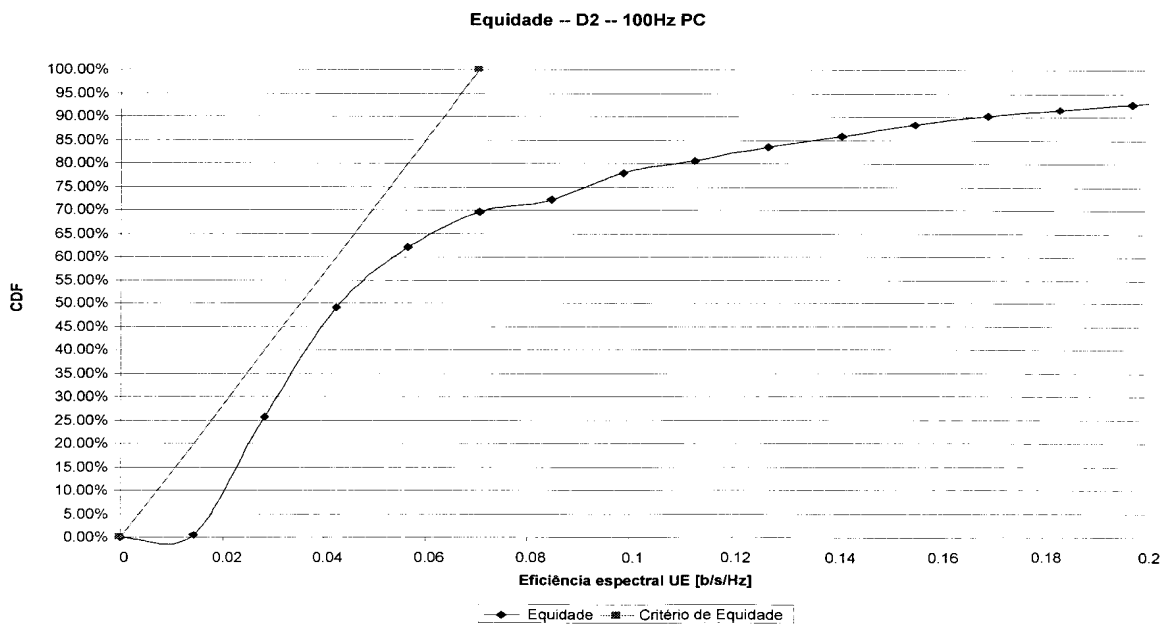
**FIG.10**



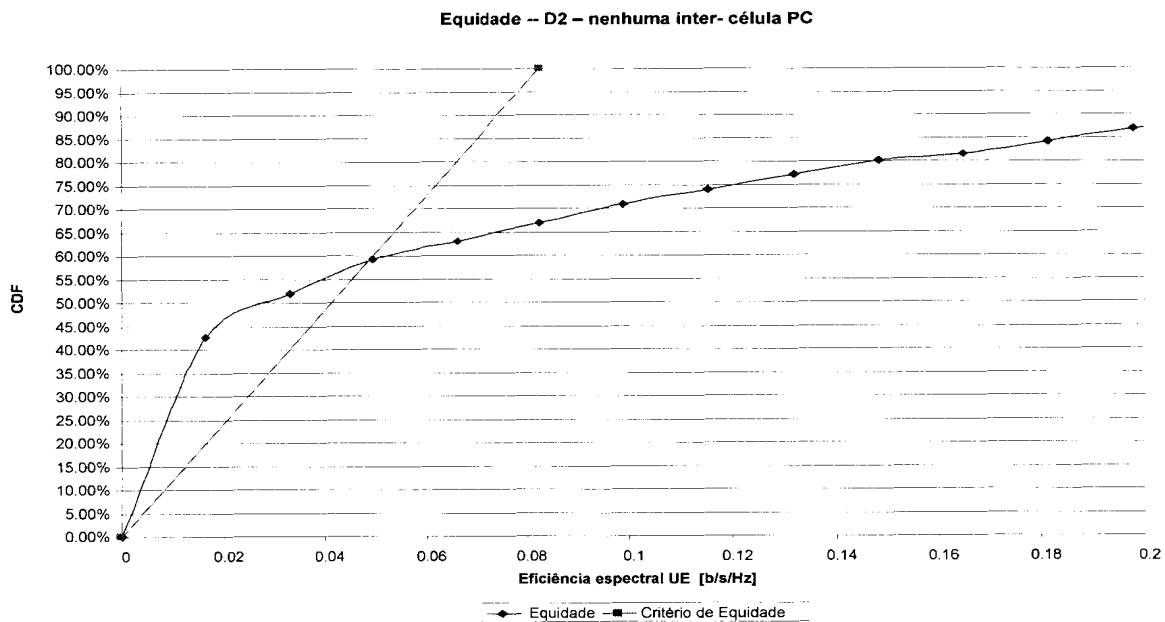
**FIG.11**



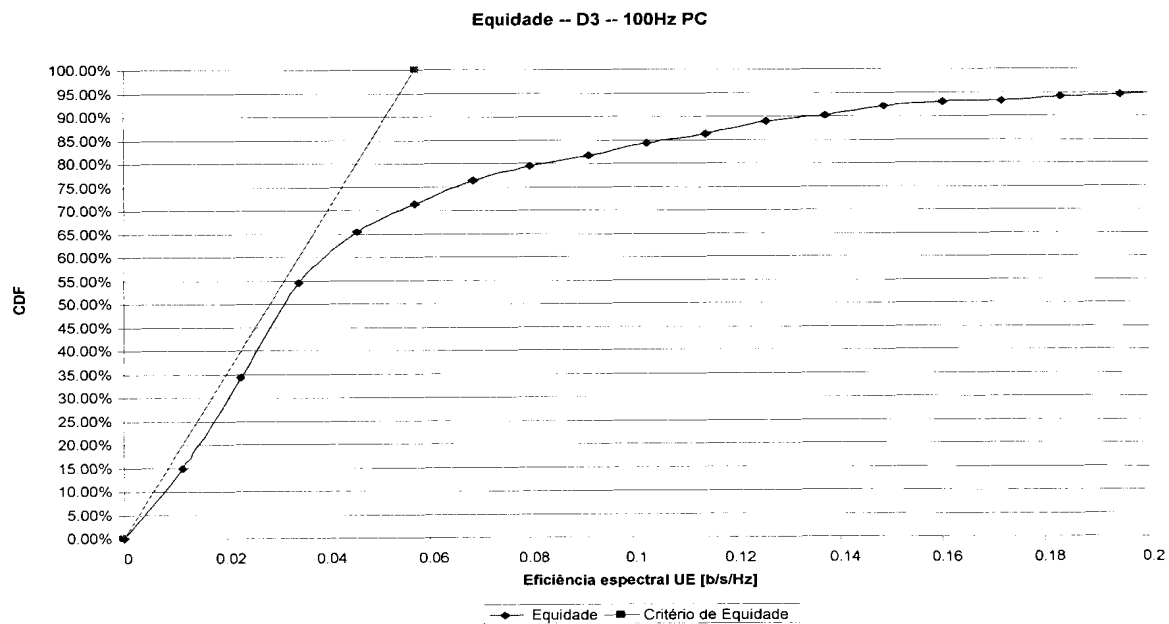
**FIG.12**



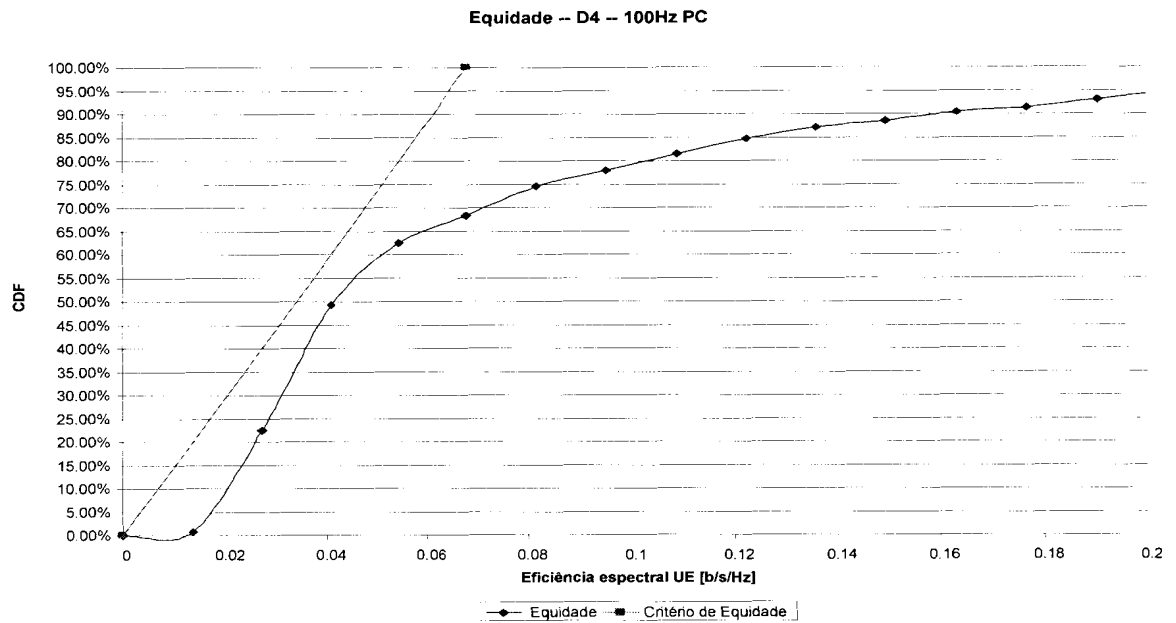
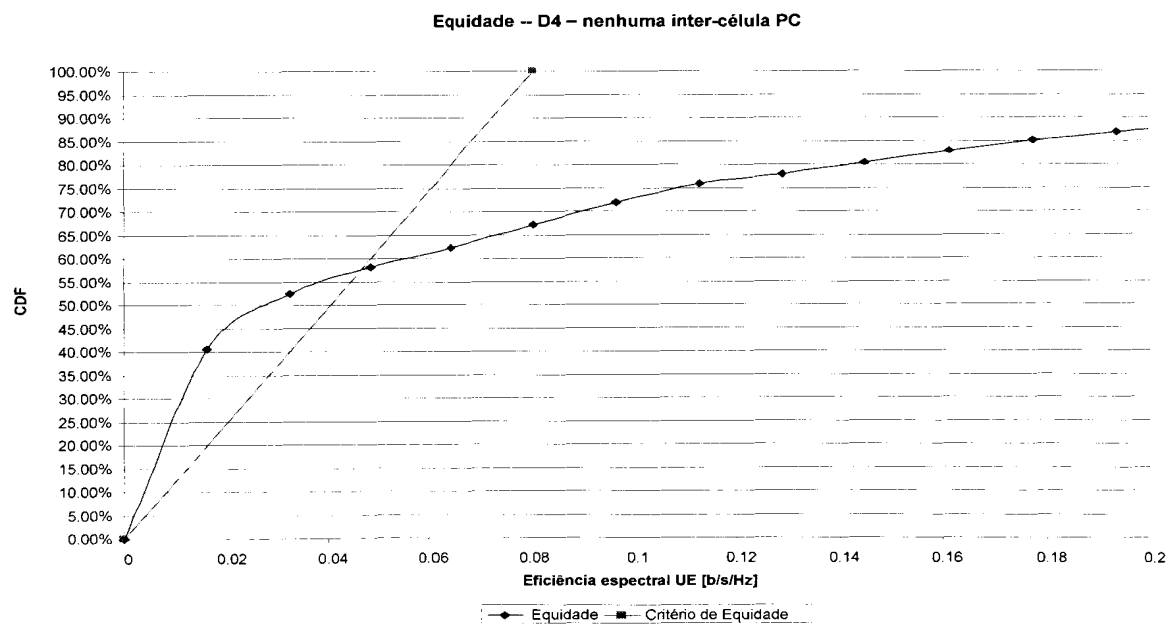
**FIG.13**

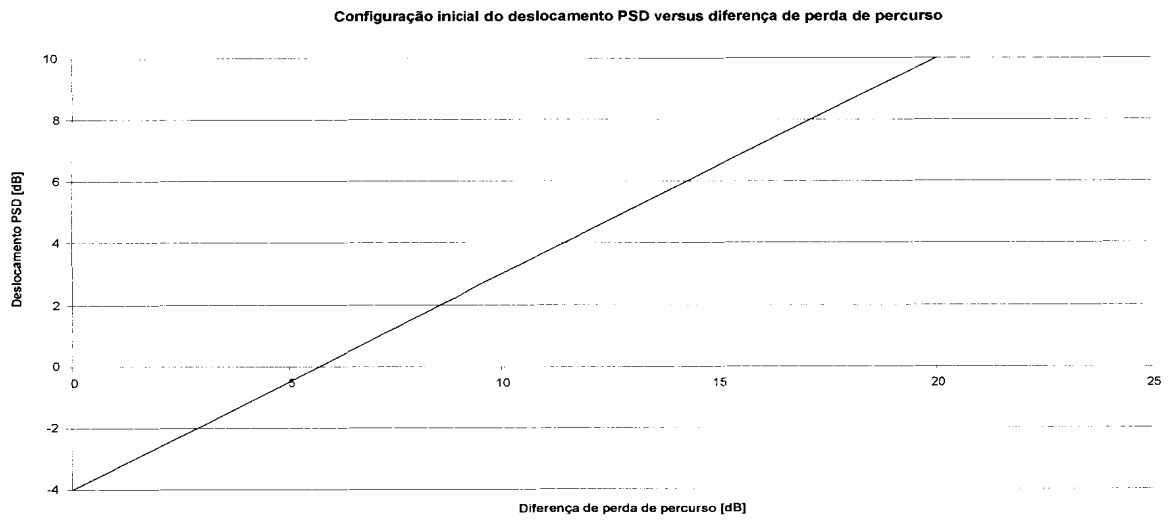
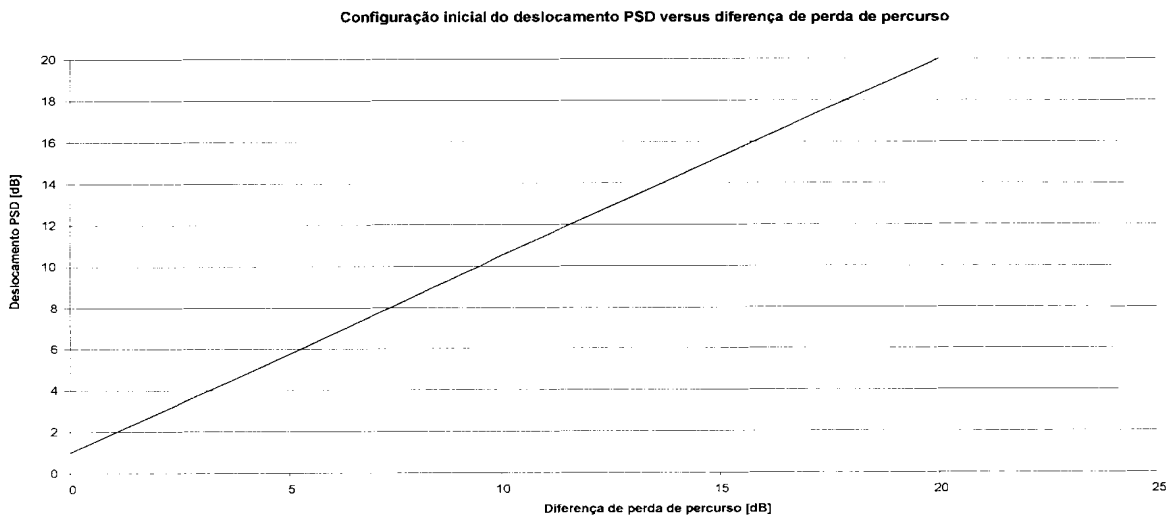


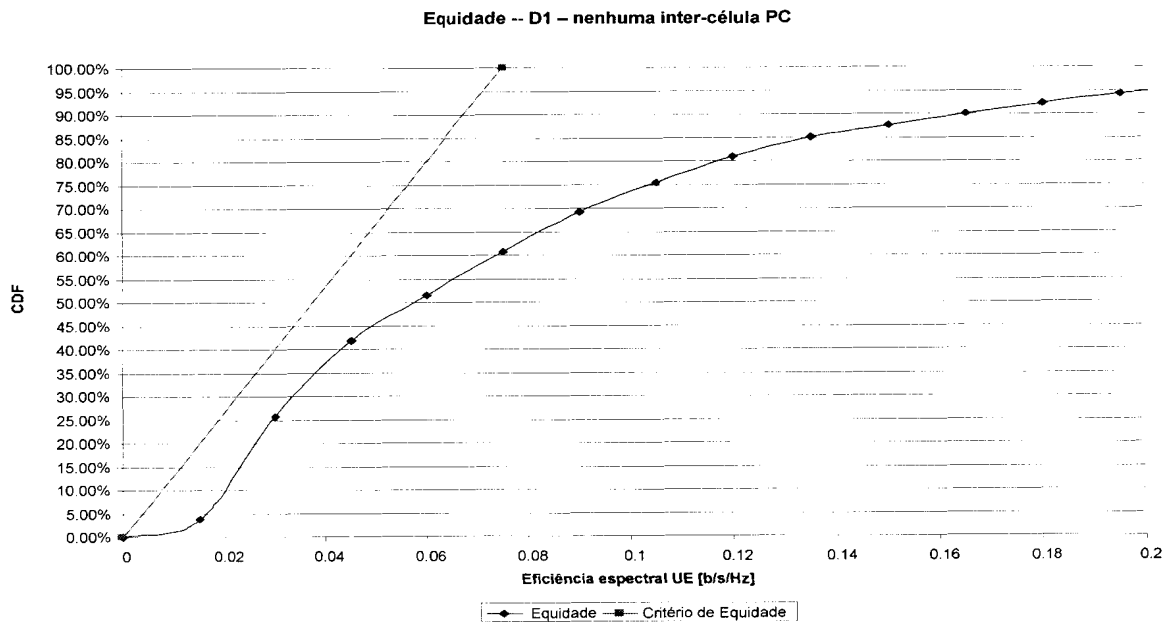
**FIG.14**



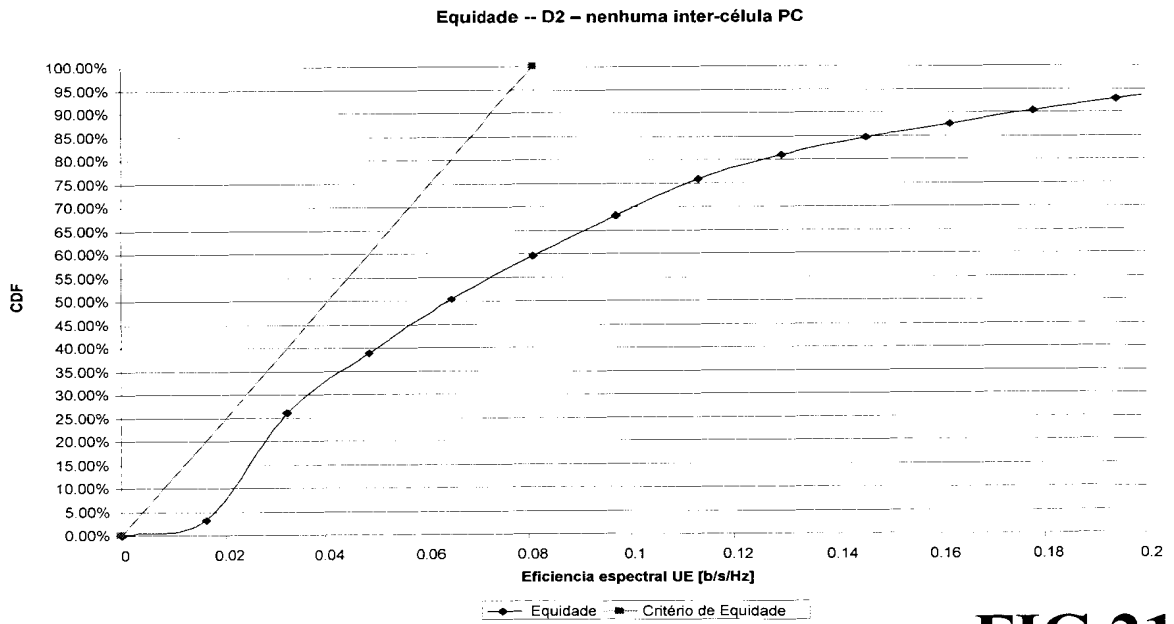
**FIG.15**

**FIG.16****FIG.17**

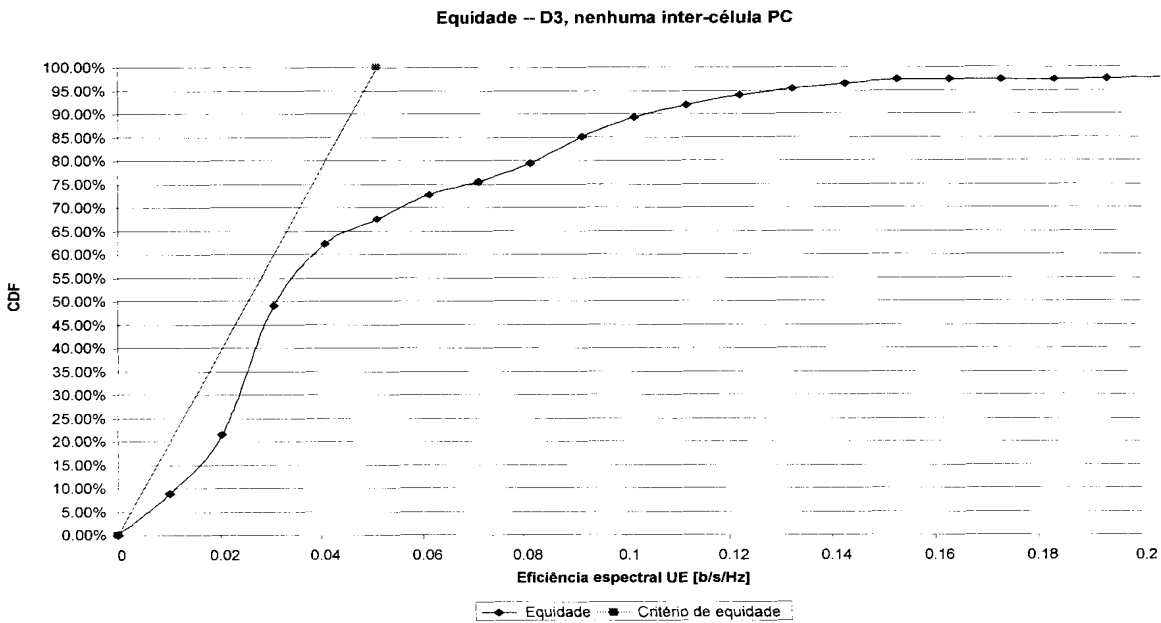
**FIG.18****FIG.19**



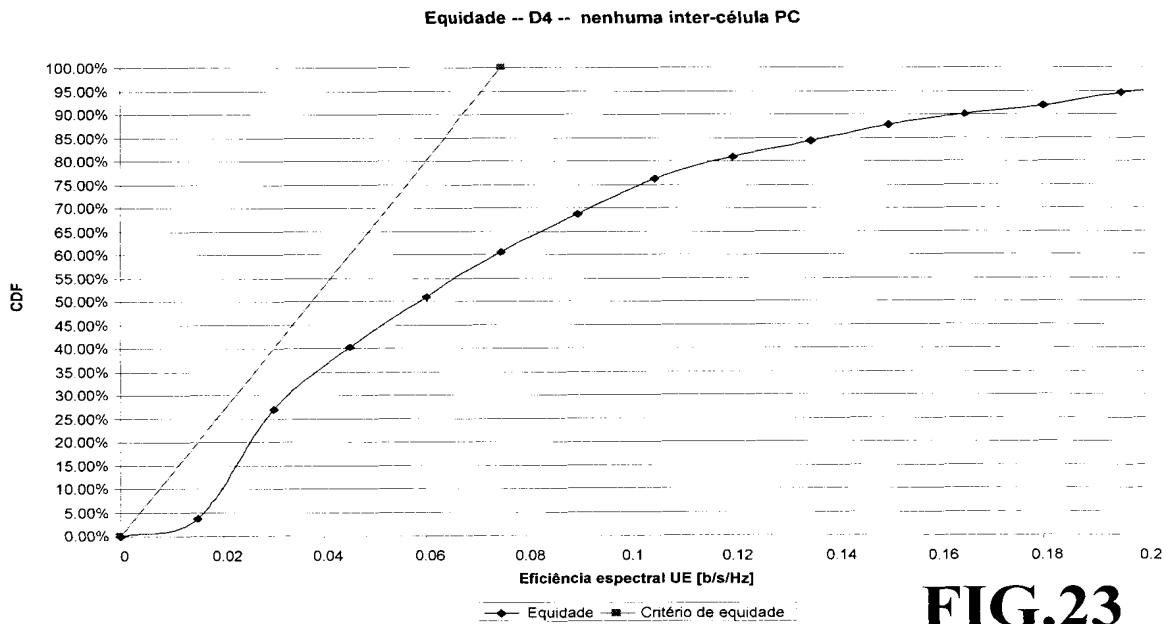
**FIG.20**



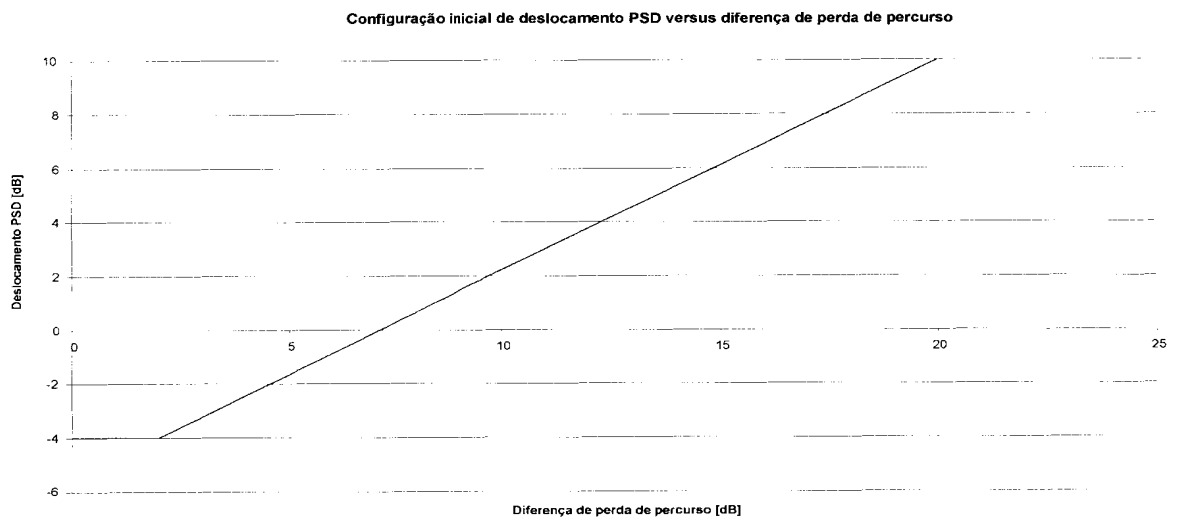
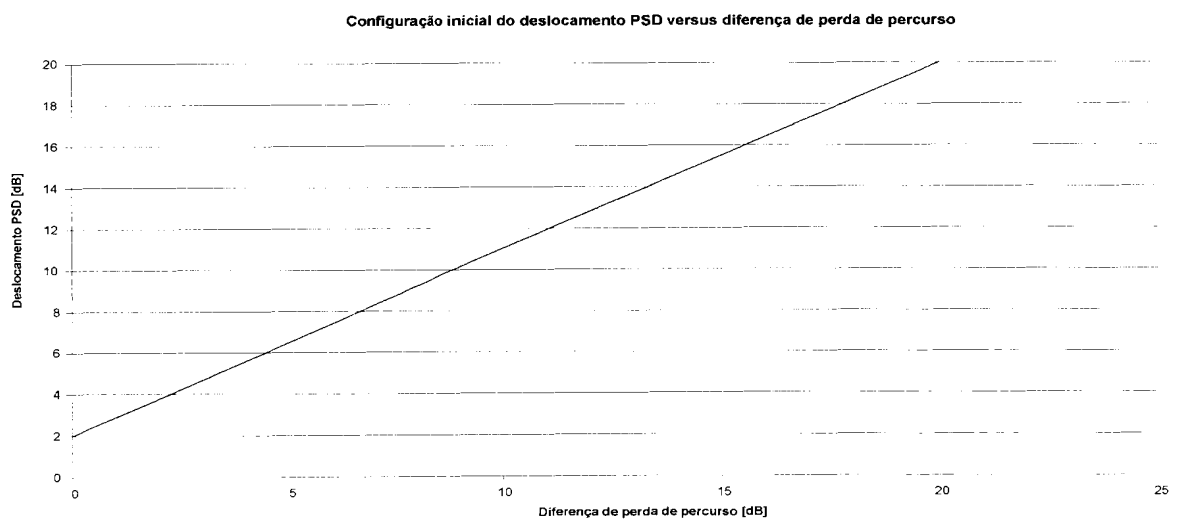
**FIG.21**

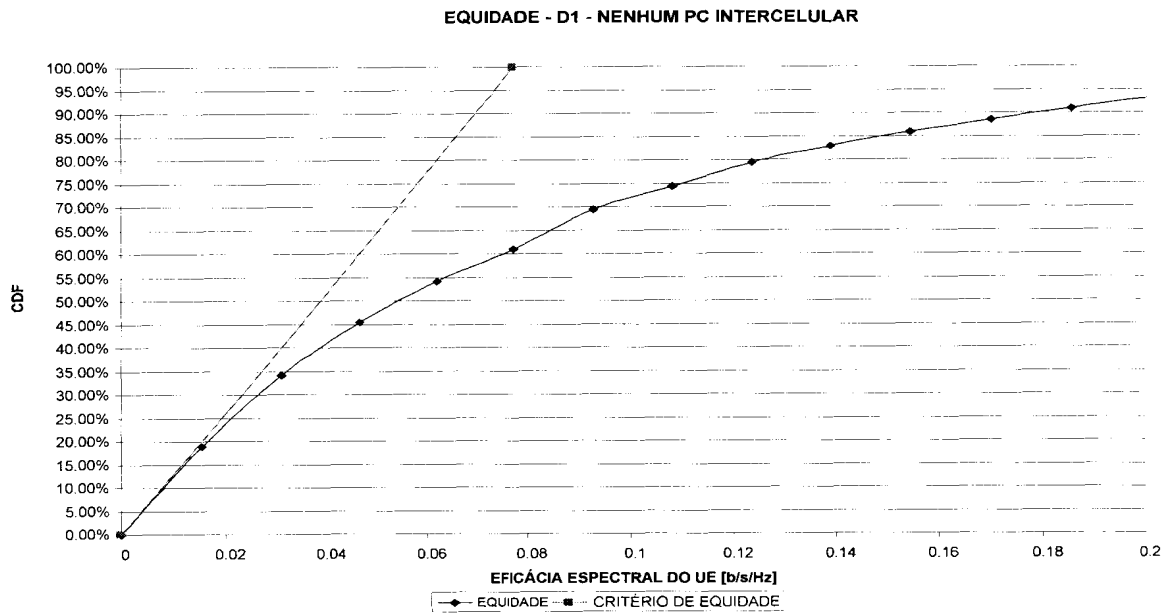
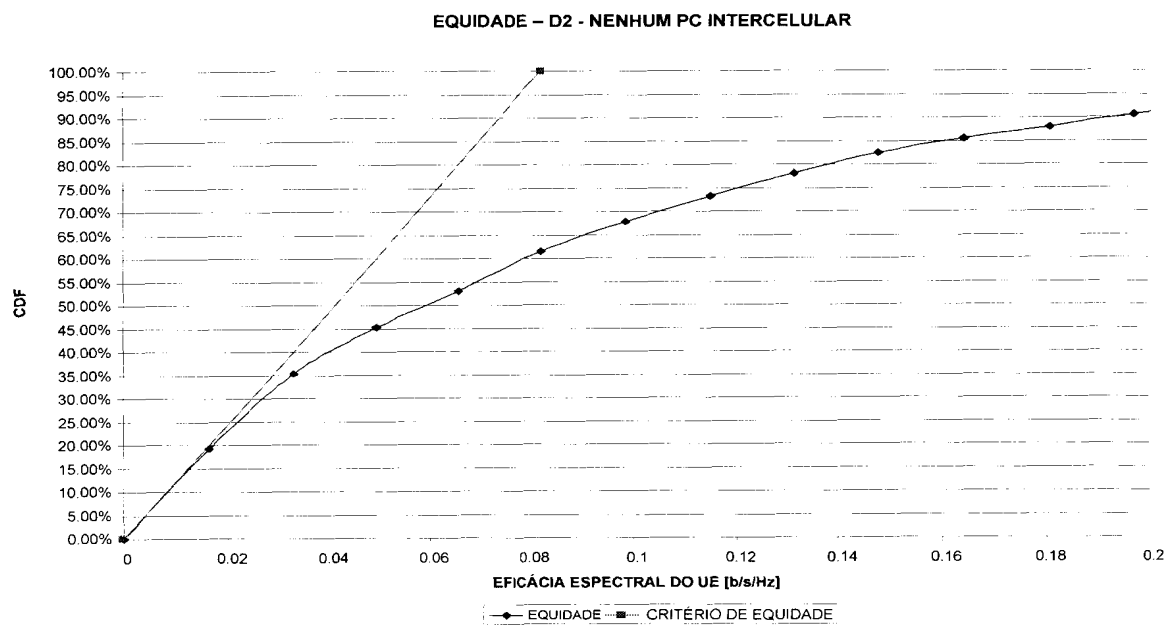


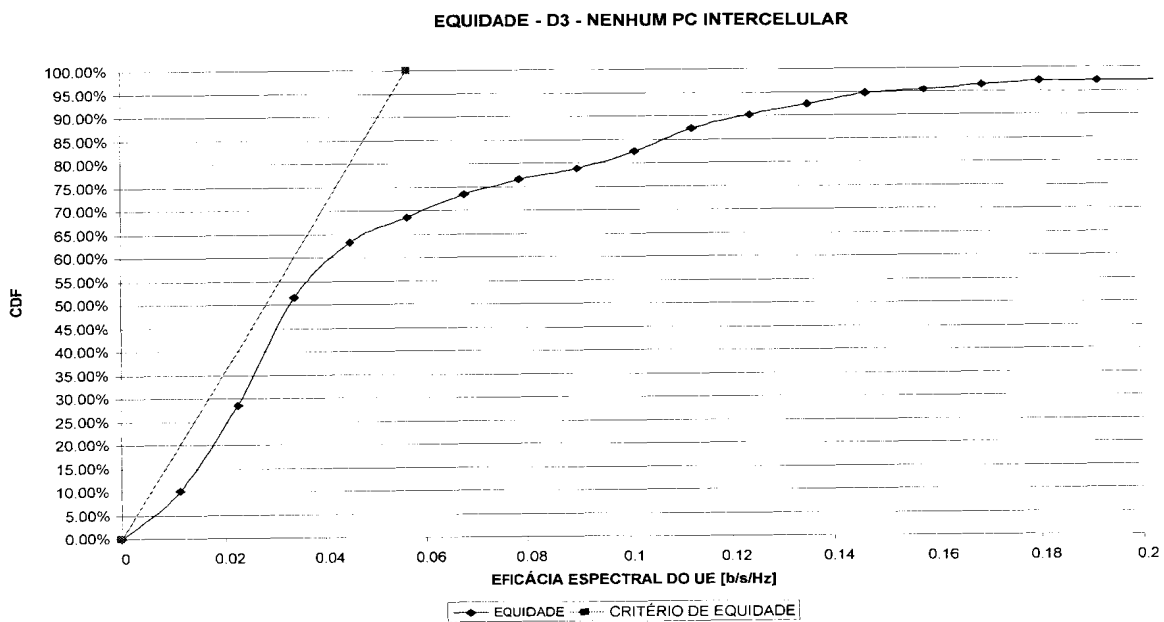
**FIG.22**



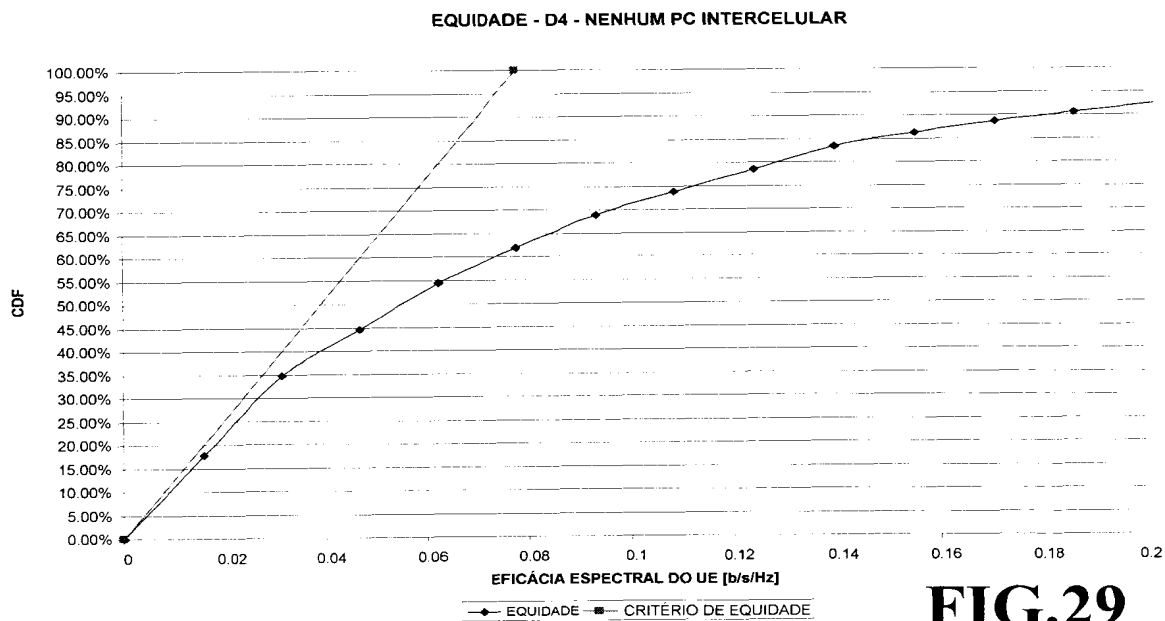
**FIG.23**

**FIG.24****FIG.25**

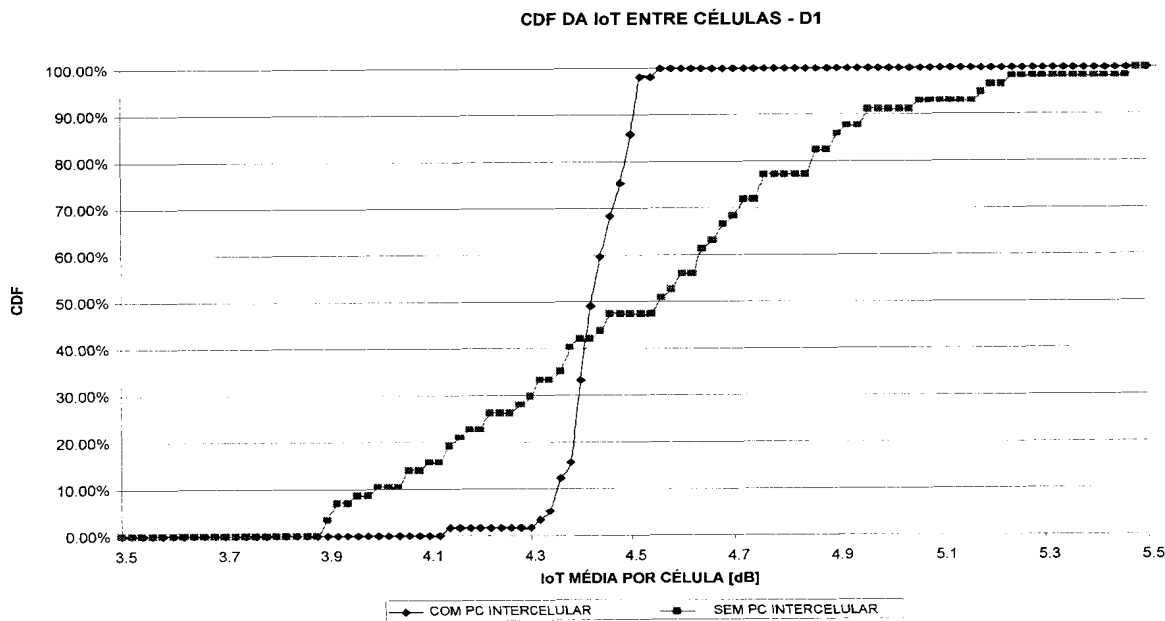
**FIG.26****FIG.27**



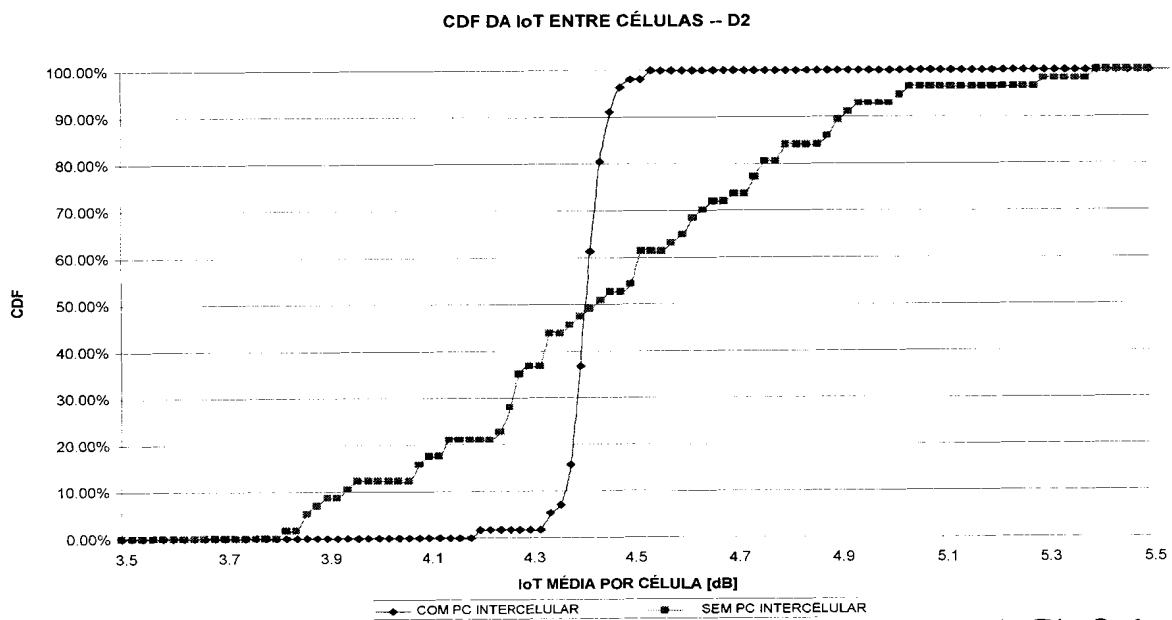
**FIG.28**



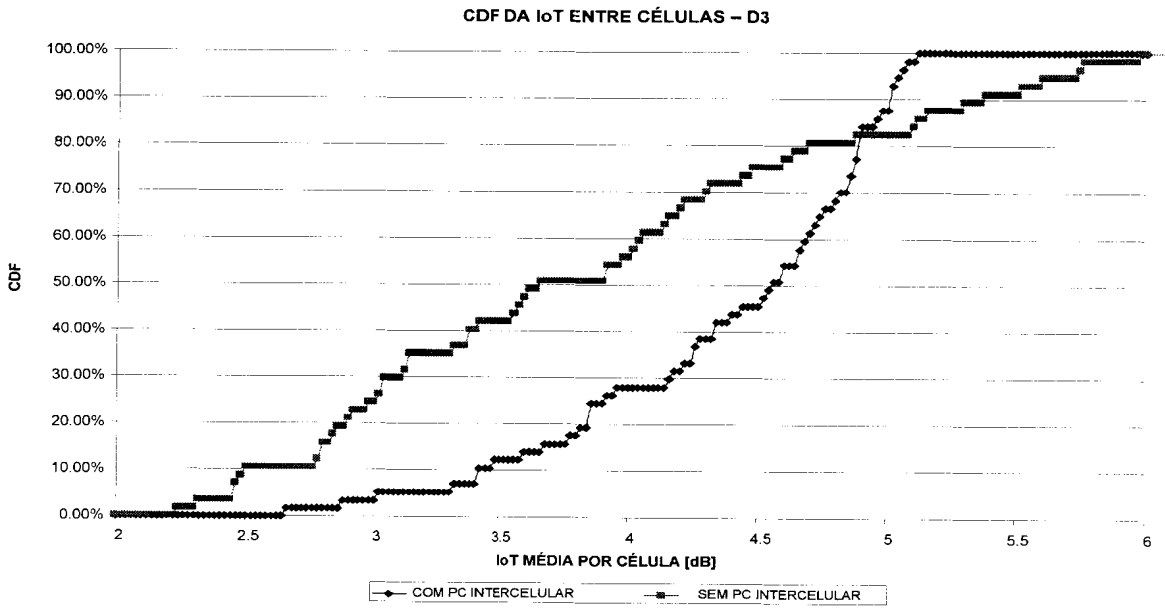
**FIG.29**



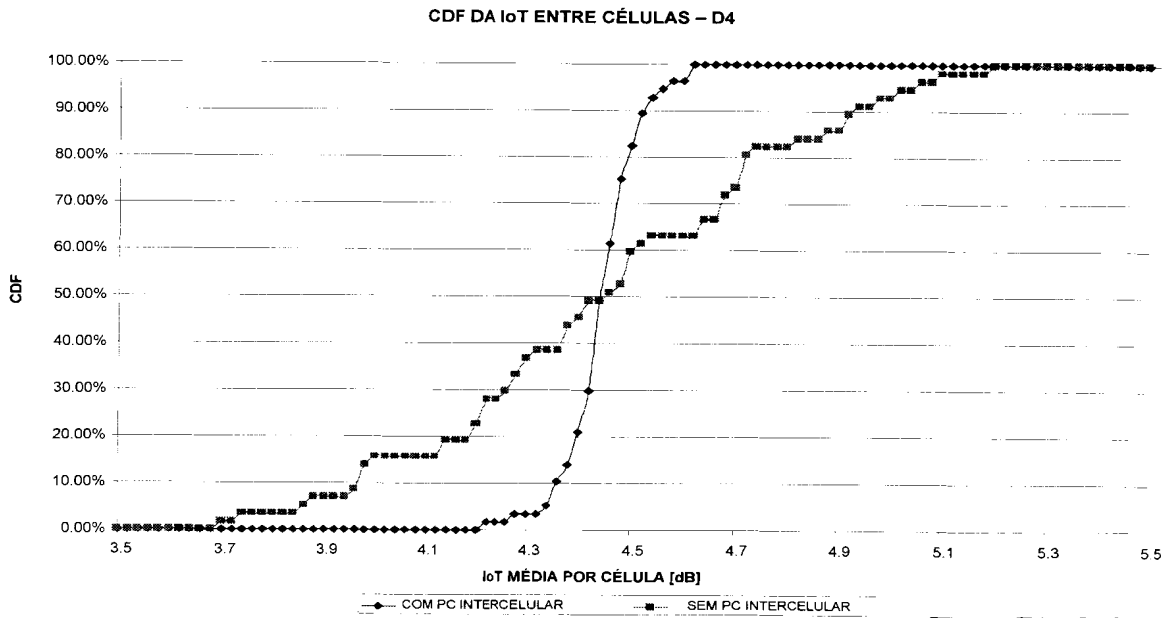
**FIG.30**



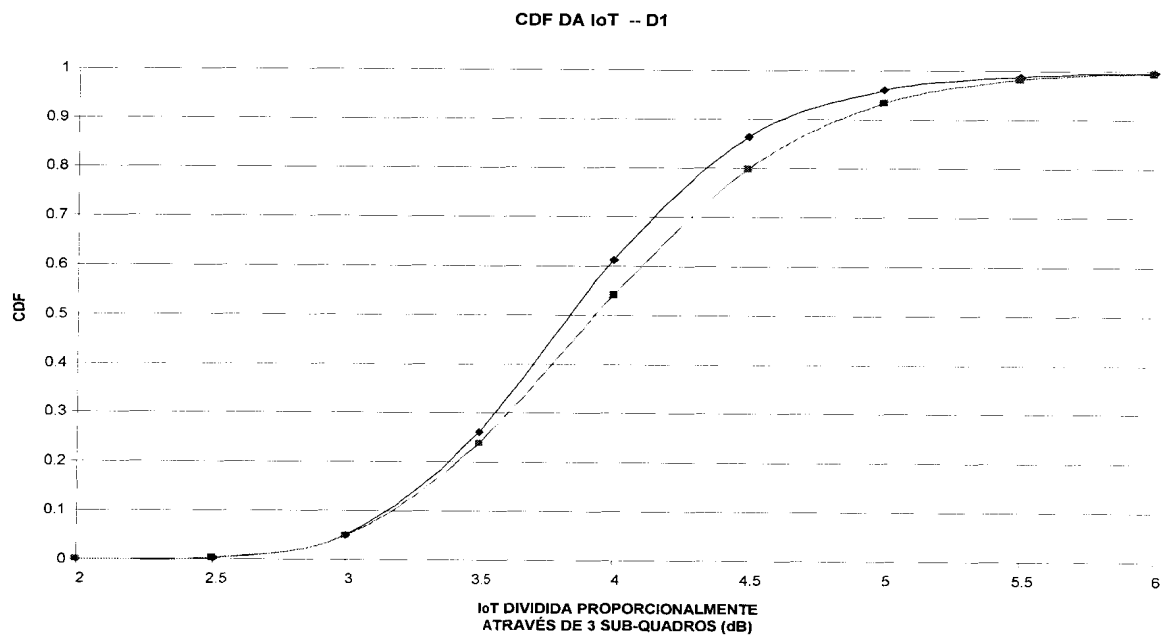
**FIG.31**



**FIG.32**



**FIG.33**

**FIG.34**

## RESUMO

### **CONTROLE DE POTÊNCIA INTERCELULAR PARA GERENCIAMENTO DE INTERFERÊNCIA**

São apresentados um sistema e um método para  
5 controle de potência para gerenciamento de interferência em  
um sistema OFDM. O sistema proporciona a utilização  
combinada de algoritmos de controle de PSD de malha aberta  
e malha fechada. O controle de malha aberta é uma função da  
perda de percurso da célula servidora assim como das  
10 células vizinhas. O controle de malha fechada atualiza a  
PSD de transmissão do nó final pela escuta dos indicadores  
de carga da célula servidora e de pelo menos outra célula  
não servidora vizinha, que gera o nível de interferência  
mais elevado. O sistema proporciona assim um controle  
15 rápido e rigoroso com informações de várias células que  
permitem um controle de interferência intercelular  
aperfeiçoado.