



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

(21) BR 10 2013 003260-3 A2



(22) Data de Depósito: 08/02/2013

(43) Data da Publicação: 23/12/2014  
(RPI 2294)

(54) **Título:** TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO MULTIPONTO COORDENADAS (CoMP) EM UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES SEM FIO

(51) **Int.Cl.:** H04L5/00; H04B7/04; H04W72/12; H04B7/02

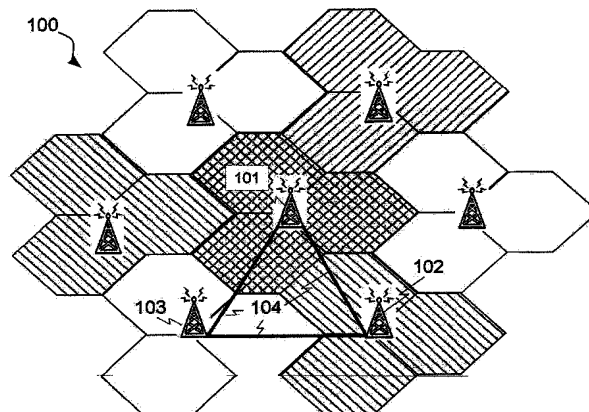
(52) **CPC:** H04B7/024; H04B7/0452; H04W72/121; H04W72/1226

(30) **Prioridade Unionista:** 07/12/2012 SE PCT/SE2012/051355

(73) **Titular(es):** ERICSSON TELECOMUNICAÇÕES S/A

(72) **Inventor(es):** ARNE SIMONSSON, RODRIGO LOPES BATISTA, SARA SANDBERG

(57) **Resumo:** TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO MULTIPONTO COORDENADAS (CoMP) EM UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES SEM FIO. Provê-se um método em um primeiro nó de rede (110) para transmissões de dados coordenadas entre dispositivos sem fio (121, 122) e duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) em uma rede de comunicação sem fio (100). Os dispositivos sem fio (121, 122) são servidos pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) e o pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) é configurado para executar a transmissão ou recepção de dados coordenada. Primeiro, o primeiro nó de rede (110) identifica dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseado na correlação espacial mútua entre os dispositivos sem fio (121, 122). Em seguida, o primeiro nó de rede (110) seleciona um subgrupo de dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos de dispositivos sem fio identificados baseado em um critério que se relaciona com uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio. O primeiro nó de rede (110) então agenda dispositivos sem fio do subgrupo de dispositivos sem fio selecionado para a transmissão ou recepção de dados coordenada do pelo menos segundo e terceiro nó de rede (210, 310). O primeiro nó de rede (110) então coordena a transmissão ou recepção de dados entre as duas ou mais antenas compreendidas no pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) e os dispositivos sem fio agendados. Um primeiro nó de rede e um programa de computador também são providos



## “TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO MULTIPONTO COORDENADAS (CoMP) EM UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES SEM FIO”

### Campo técnico

As formas de implantação aqui se relacionam à transmissão e recepção (CoMP) multiponto coordenadas (CoMP) em uma rede de telecomunicações sem fio. Em particular, as formas de implantação aqui se relacionam ao desempenho da transmissão e recepção de dados coordenadas em uma rede de comunicações sem fio.

### Contexto

Em uma rede de comunicação sem fio, uma forma de aumentar tanto a cobertura quanto a capacidade é utilizar a coordenação para a transmissão e recepção de sinal entre os nós na rede e dispositivos sem fio localizados nas áreas de cobertura de coordenação dos nós da rede. Isso é geralmente referido como transmissão e recepção Coordenadas Multi-ponto (CoMP). Esta coordenação pode ser usada na comunicação de ligação descendente para o agendamento e transmissão de dados usando, por exemplo, a formação de feixes ou processamento e transmissão conjuntos coerentes, ou na comunicação de ligação ascendente, onde uma diversidade de antenas é usada para suprimir e cancelar a interferência e aumentar a razão sinal-ruído, SNR.

Na comunicação de ligação descendente, um sistema CoMP pode também ser visto como múltiplos pontos de transmissão geograficamente distribuídos na área de cobertura do sistema que desempenham a transmissão cooperativa. Através da permissão desta coordenação, estratégias de transmissão e recepção coordenadas entre os nós de recepção, como, e.g. NodeBs Desenvolvidos, eNodeBs, adjacentes podem ser aplicadas de forma a coordenar o uso dos recursos e gerenciar a interferência.

Um exemplo de um cenário CoMP é mostrado na Figura 1-2.

A figura 1 mostra uma rede de comunicações 100 compreendendo um número de nós de rede 101, 102, 103. Os nós de rede 101, 102, 103 são configurados para prover acesso à rede de comunicações 100 através de uma ligação de rádio a dispositivos sem fio em suas células correspondentes. Os nós de rede 101, 102, 103 podem ser conectados e configurados para se comunicar entre si através de, e.g. uma conexão X2 104.

A figura 2 mostra uma parte da rede de comunicações sem fio 100 compreendendo as células 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209 dos nós de rede 101, 102, 103. Na figura 2, as células 203, 206, 209, estão compreendidas em uma célula CoMP de células cooperativas dos nós 101, 102, 103 da rede de acesso. A célula CoMP é mostrada como marcado com linhas verticais na figura 2. Uma célula CoMP pode ser descrita como uma coleção de células cooperativas de um ou mais nós de rede na qual sinais de múltiplas antenas podem ser combinados para formar uma transmissão ou recepção de dados coordenada conjunta para ou de dispositivos sem fios servidos nas células cooperativas. Na

figura 2, isso significa que, nas células 203, 206, 209, i.e. na célula CoMP, os nós de rede 101, 102, 103 podem desempenhar uma transmissão ou recepção de dados coordenada de ou para dispositivos sem fios servidos pelas células 203, 206, 209.

Em uma célula CoMP, a Informação de Estado de Canal, CSI, é estimada pelos dispositivos sem fio e reportada ao nó de rede através de canais de feedback. O nó de rede pode então usar a CSI e o vetor de antena distribuído do sistema CoMP para aplicar diferentes estratégias de Alocação de Recurso de Rádio (RRA). Uma estratégia de RRA pode compreender a pré-codificação espacial e o agendamento multi-usuário multi-célula nas transmissões conjuntas de dados para os dispositivos sem fio. Isso pode ser feito de forma a mitigar a interferência intra-células, assim como inter-células e separar de forma eficiente fluxos intencionados para diferentes dispositivos sem fio.

Enquanto a multiplexação espacial de sinais intencionados para diferentes dispositivos sem fio é feita usando a pré-codificação espacial, ganhos de eficiência espectral são frequentemente obtidos através da transmissão para dispositivos sem fio espacialmente compatíveis, i.e. um grupo dado de dispositivos sem fio cujos canais são favoráveis para a separação espacial, usando o agendamento multi- usuário multi-célula.

Pode ser mostrado que existem ganhos de transmissão conjunta significativos que podem ser obtidos através da utilização de agendamento multi-usuário multi-célula em um cenário CoMP, como, e.g. um agendamento adaptativo de Acesso Múltiplo de Divisão do Espaço (SDMA), se comparado com o agendamento de único usuário e única célula.

No entanto, pode ser difícil selecionar a quais dispositivos sem fio o algoritmo de agendamento multi-usuário multi-célula deve ser aplicado, i.e. os dispositivos sem fio que podem compartilhar de forma eficiente os mesmos recursos no espaço; ou, em outras palavras, selecionar grupos de dispositivos sem fio com canais ortogonais que podem ser co-agendados para a transmissão CoMP.

Por exemplo, em alguns cenários CoMP, o algoritmo de agendamento pode ser aplicado a todos os dispositivos sem fio em uma área de cobertura do sistema que desempenham transmissões cooperativas. Através do desempenho deste tipo de busca ampla, o algoritmo de agendamento pode encontrar os melhores dispositivos sem fio para co-agendar no mesmo recurso espacial não ortogonal. No entanto, esta abordagem resulta em um alto grau de complexidade de agendamento, uma vez que requer cálculos pré-codificadores muito extensivos, e.g. os vetores pré-codificadores e/ou ganhos de canal efetivos para cada dispositivo sem fio candidato devem ser repetidamente calculados. Assim, desempenhar uma busca ampla em um grande cenário CoMP dentro do intervalo de tempo requerido pode mesmo ser impossível se houver muitos dispositivos sem fio a serem agendados ou muitos dispositivos sem fio candidatos no cenário CoMP. O intervalo de tempo requerido pode aqui ser para cada Intervalo de Tempo de Transmissão (TTI). Um TTI

pode aqui corresponder a 1ms como definido no padrão LTE.

Em um amplo cenário CoMP, ao invés de haver transmissões conjuntas de dados sendo feitas em todo o amplo cenário CoMP, as transmissões conjuntas de dados podem ser feitas em diferentes clusters de células no amplo cenário CoMP. Isso pode ser feito para e.g. reduzir a complexidade do agendamento no cenário CoMP amplo. Os clusters de células podem ser descritos como subgrupos de células que são mutuamente exclusivos, i.e. cada subgrupo de células compreende células que não estão em nenhum outro subgrupo de células.

Estas abordagens podem usar as medições da Potência Recebida do Sinal de Referência (RSRP) de todos os dispositivos sem fio para todas as células pertencendo a seu amplo cenário CoMP para criar dinamicamente os clusters de células dentro de todo o amplo cenário CoMP, que podem ser adaptados para condições atuais de canal e carga. Assim, os dispositivos sem fio em cada cluster de células podem ser agendados conjuntamente por um algoritmo de agendamento, e.g. um algoritmo SDMA. Isso pode ser útil quando a ligação de retorno ou outras limitações de hardware tornam inviável uma transmissão ou recepção coordenada conjunta com todas as antenas em todo o amplo cenário CoMP.

Isso significa que transmissões coerentes CoMP serão feitas em menores áreas com menos células e antenas envolvidas do que no amplo cenário CoMP. Também, os algoritmos de agendamento aplicados a estas áreas menores terão uma menor complexidade de agendamento do que um algoritmo de agendamento aplicado ao amplo cenário CoMP uma vez que estas áreas compreendem menos dispositivos sem fio.

No entanto, há uma perda significativa da eficiência espectral do sistema conforme o número de clusters de células é aumentado quando comparado com o cenário sem cluster, i.e. com o amplo cenário CoMP. Essa degradação no desempenho do sistema é devida à geração de mais interferência para cada cluster de células adicional seguindo o comprimento da extremidade do cluster subsequentemente aumentado, onde um CoMP coerente pode não ser utilizado; isso, além do mais, também limitando o grau de coordenação.

#### Resumo

Um objetivo das formas de implantação aqui é melhorar o desempenho do sistema na rede de comunicações sem fio desempenhando transmissão ou recepção de dados coordenada.

De acordo com um primeiro aspecto das formas de implantação aqui, o objetivo é alcançado a partir de um método em um primeiro nó da rede para coordenar a transmissão de dados entre dispositivos sem fio e duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó da rede em uma rede de comunicação sem fio. Os dispositivos sem fio são

servidos por pelo menos um segundo nó da rede e o pelo menos um segundo nó da rede é configurado para desempenhar a transmissão ou recepção de dados coordenada. Primeiro, o primeiro nó da rede identifica dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseado na correlação espacial mútua entre os dispositivos sem fio. Então, o primeiro nó da rede seleciona um subgrupo de dispositivos sem fio de dois ou mais dos grupos identificados de dispositivos sem fio baseado em um critério que se relaciona com uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio. O primeiro nó da rede então agenda dispositivos sem fio do grupo selecionado de dispositivos sem fio para a transmissão ou recepção de dados coordenada. O primeiro nó da rede então coordena a transmissão ou recepção de dados coordenada entre as duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó da rede e os dispositivos sem fio agendados.

De acordo com um segundo aspecto das formas de implantação aqui, o objetivo é alcançado através de um primeiro nó da rede para coordenar a transmissão de dados entre dispositivos sem fio e duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó da rede em uma rede de comunicação sem fio. Os dispositivos sem fio são servidos por pelo menos um segundo nó da rede e pelo menos um segundo nó da rede é configurado para desempenhar a transmissão ou recepção de dados coordenada. O primeiro nó da rede compreende uma unidade de identificação configurada para identificar dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseado na correlação espacial mútua entre os dispositivos sem fio, uma unidade de seleção configurada para selecionar um subgrupo de dispositivos sem fio entre dois ou mais dos grupos identificados de dispositivos sem fio baseado em um critério que se relaciona com uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio, uma unidade de agendamento configurada para agendar dispositivos sem fio do subgrupo selecionado de dispositivos sem fio para a transmissão ou recepção de dados coordenada, e uma unidade de coordenação configurada para coordenar a transmissão ou recepção de dados coordenada entre as duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó da rede e os dispositivos sem fio agendados.

De acordo com um terceiro aspecto das formas de implantação aqui, o objetivo é alcançado através de um programa de computador para uso em um primeiro nó da rede para coordenar a transmissão de dados entre dispositivos sem fio e duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó da rede em uma rede de comunicação sem fio. Os dispositivos sem fio são servidos por pelo menos um segundo nó da rede e pelo menos um segundo nó da rede é configurado para desempenhar a transmissão ou recepção de dados coordenada. O programa de computador compreende meios de código legível por computador que, quando rodado no primeiro nó da rede, faz com que o primeiro nó da rede identifique dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseado na correlação espacial mútua entre os dispositivos sem fio. Ele ainda faz com que o primeiro nó da rede selecione

um subgrupo de dispositivos sem fio de dois ou mais dos grupos identificados de dispositivos sem fio baseado em um critério que se relaciona com uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio, agende dispositivos sem fio do subgrupo selecionado de dispositivos sem fio para a transmissão ou recepção de dados coordenada, e coordene a transmissão ou recepção de dados coordenada entre as duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó da rede e os dispositivos sem fio agendados.

Através da seleção de um subgrupo de dispositivos sem fio, de grupos de dispositivos sem fio com baixa correlação espacial mútua, baseado em um critério que se relaciona com uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio, dispositivos sem fio que são improváveis de serem agendados na transmissão ou recepção de dados coordenada são excluídos do agendamento. Isso pode ser feito porque a probabilidade de um dispositivo sem fio ser agendado em uma transmissão ou recepção de dados coordenada pode ser em uma larga escala estimada baseada em uma ou mais taxas de dados do dispositivo sem fio.

Assim, uma vez que a complexidade de agendamento da transmissão ou recepção de dados integrada aumenta com o número de dispositivos sem fio, essa seleção de um subgrupo de dispositivos sem fio a serem agendados na transmissão ou recepção de dados coordenada, que pode também ser referida como "poda" ou "pré-agendamento" dos dispositivos sem fio a serem agendados na transmissão ou recepção de dados coordenada, reduz a complexidade de agendamento.

Além disso, uma vez que a complexidade de agendamento é reduzida devido a menores subgrupos de dispositivos sem fios serem usados no agendamento da transmissão ou recepção de dados coordenada, os ganhos de transmissão conjunta encontrados em cenários CoMP amplos são substancialmente alcançados.

Isso melhora a capacidade da rede de rádio e a bitrate do usuário para uma dada capacidade de processamento de agendamento para desempenhar a transmissão ou recepção de dados coordenada.

Assim, o desempenho do sistema em uma rede de comunicações sem fio executando transmissões e recepções de dados coordenadas é melhorado.

#### Breve descrição dos desenhos

Características e vantagens das formas de implantação se tornarão prontamente aparentes para os especialistas no assunto pela descrição detalhada a seguir de formas de implantação exemplares com referência aos desenhos em anexo, onde:

A figura 1 é uma ilustração esquemática de nós de rede em uma rede de comunicações.

A figura 2 é uma ilustração esquemática de um cenário CoMP para nós de rede na rede de comunicações na figura 1.

As figuras 3-6 são diagramas de bloco esquemáticos ilustrando formas de implantação em uma rede de comunicações.

A figura 7 é uma ilustração esquemática de um cenário CoMP para nós de rede na rede de comunicações nas figuras 3-4.

A figura 8 é um diagrama esquemático mostrando a complexidade do cenário CoMP na figura 5.

A figura 9 é um fluxograma mostrando formas de implantação de um método em um nó de rede.

A figura 10 é um diagrama de blocos mostrando formas de implantação de um nó de rede.

#### Descrição detalhada

As figuras são esquemáticas e simplificadas para clareza, e mostram apenas detalhes que são essenciais para a compreensão das formas de implantação apresentadas aqui, enquanto outros detalhes não foram representados. Nas figuras, os mesmos números de referência são usados para partes ou passos idênticos ou correspondentes.

A figura 3 mostra uma rede de comunicação 100 na qual formas de implantação aqui descritas podem ser implantadas. Em algumas formas de implantação, a rede de comunicações 100 pode ser qualquer rede de comunicação sem fio capaz de suportar a transmissão ou recepção de dados coordenada multiponto (CoMP). Alguns exemplos de tais redes de comunicação 100 são LTE (e.g. LTE FDD, LTE TDD, LTE HD-FDD), LTE-Avançada (LTE-A), WCDMA, UTRAN, rede FSM, rede GERAN, taxa de dados melhorada para a rede de evolução do GSM (EDGE), rede compreendendo qualquer combinação de RATs como e.g. estações base de Rádio Multi-Padrão (MSR), estações base multi-RAT, etc., qualquer rede de celular 3GPP, Wimax, ou outra rede de celular ou sistemas. Uma forma de implantação onde a rede de comunicações 100 é uma rede Wi-Fi pode também ser prevista.

Como mostrado na figura 3, em algumas formas de implantação, o sistema de comunicação 100 pode compreender um primeiro nó de rede 110 conectado a um segundo nó de rede 210.

Nestas formas de implantação, o primeiro nó de rede 110 pode e.g. ser um eNodeB centralizado, um nó de Entidade de Gerenciamento de Mobilidade (MME), um nó de Operação e Gerenciamento (O&M), um nó de Sistema de Operação e Suporte (OSS), um servidor RRM, etc.

O segundo nó de rede 210 pode ser referido como um nó de rede de acesso, nó de rede de rádio ou estação base. O segundo nó de rede 210 pode servir uma ou mais células. Na figura 3, uma célula 115 denota uma célula CoMP onde o pelo menos um segundo nó de rede 210 é configurado para prover transmissões ou recepções de dados coordenadas

multiponto (CoMP) para ou dos dispositivos sem fio 121, 122. Esta transmissão ou recepção de dados coordenada pode ser feita de duas ou mais antenas associadas ao segundo nó de rede 210. Isso significa que o segundo nó de rede 210 pode compreender ou estar conectado de forma comunicativa às duas ou mais antenas.

5 O segundo nó de rede 210 pode e.g. ser um eNB, um eNodeB, ou um Home Node B, um Home eNode B, uma fem para Estação Base, um pico (BS), uma Unidade de Rádio Remota (RRU), um nó over Fiber de Rádio, ou qualquer outra unidade de rede capaz de servir um dispositivo sem fio, e.g. um dispositivo de comunicação de tipo máquina, que está localizada na célula 115 na rede de comunicações 100.

10 Como mostrado na figura 4, em algumas formas de implantação, o primeiro nó de rede 110 pode também ser colocalizado com o, ou implantado no, segundo nó de rede 210. Assim, o primeiro nó de rede 110 e o segundo nó de rede 210 podem e.g. ser uma única unidade de rede, como um único eNB ou eNodeB.

15 Como mostrado na figura 5, em algumas formas de implantação, o sistema de comunicações 100 pode compreender um primeiro nó de rede 110 conectado a um nó de rede 210 e um terceiro nó de rede 310. O terceiro nó de rede 310 pode também ser referido como um nó de rede de acesso, nó de rede de rádio ou estação base. O terceiro nó de rede 310 pode também servir uma ou mais células. Na figura 5, a célula 515 denota uma célula CoMP na qual o segundo e terceiro nós de rede 210, 310 são configurados para prover  
20 transmissões ou recepções de dados coordenadas multiponto (CoMP) de ou para os dispositivos sem fio 121, 122. Esta transmissão ou recepção de dados coordenada pode ser desempenhada de duas ou mais antenas, onde cada um dos segundo e terceiro nós de rede é associado a pelo menos uma das duas ou mais antenas. Isso significa que o segundo nó de rede 210 pode compreender ou ser conectado de forma comunicativa a pelo  
25 menos uma das duas ou mais antenas, e que o terceiro nó de rede 310 pode compreender ou ser conectado de forma comunicativa a pelo menos uma das duas ou mais antenas.

O terceiro nó de rede 310 pode ser e.g. um eNB, um eNodeB ou um Home Node B, um Home eNode B, uma fem para Estação Base (BS), uma BS pico, uma Unidade de Rádio Remota (RRU), um nó de Radio over Fibre, ou qualquer outra unidade de rede capaz de  
30 servir um dispositivo sem fio ou um dispositivo de comunicação de tipo máquina que está localizado na célula 515 na rede de comunicação 100. O segundo e terceiro nós de rede 210, 310 podem ser conectados e configurados para se comunicarem um com o outro através de e.g. uma conexão X2.

35 Como mostrado na figura 6, em algumas formas de implantação, o primeiro nó de rede 110 pode também ser colocalizado com o, ou implantado no, qualquer um entre o segundo ou terceiro nó de rede 210, 310. Deve ser notado que, nestas formas de implantação, o primeiro nó de rede 110 e o segundo nó de rede 210 ou o terceiro nó de rede



310 podem e.g. ser uma única unidade de rede, como um único eNB ou eNodeB.

Deve ser notado que o sistema de comunicação 100 pode compreender qualquer número de nós de rede, como o segundo e terceiro nós de rede 210, 310, e que a frase “pelo menos um segundo nó de rede” compreende qualquer número de nós de rede configurados para desempenhar as transmissões ou recepções de dados coordenadas multiponto (CoMP) de duas ou mais antenas.

Além disso, ainda que muitas diferentes formas de implantação possíveis do primeiro, segundo e terceiro nós de rede 110, 210, 310 sejam descritas acima, uma implantação típica é que o primeiro nó de rede 110 é um nó MME e o segundo nó de rede 210 é um eNodeB. Em outra forma de implantação típica, o primeiro nó de rede 110 é um eNodeB e o segundo nó de rede 210 e/ou terceiro nó de rede 310 são/é um eNodeB(s) ou RRUs.

Um número de dispositivos sem fio pode ser localizado nas células 115, 515 como e.g. os pelo menos dois dispositivos sem fio 121, 122. Os dispositivos sem fio 121, 122 podem também ser referidos como equipamentos de usuário ou UEs. Os termos “dispositivo sem fio”, “equipamento de usuário” e “UE” podem ser usados de forma intercambiável aqui. Cada dispositivo sem fio 121, 122 é configurado para se comunicar dentro da rede de comunicações 100 através do segundo e/ou terceiro nós de rede 210, 310 através de uma ligação de rádio 130 quando está presente em uma célula 115, 515 servida pelo segundo e/ou terceiro nós de rede 210, 310. Os dispositivos sem fio 121, 122 podem e.g. ser terminais móveis, terminais sem fio, celulares, dispositivos sem fio estacionários ou móveis para comunicação máquina a máquina, computadores como e.g. laptops, Assistentes Digitais Pessoais (PDAs) ou computadores tablet, com capacidade de ser sem fio, dispositivos equipados com interfaces sem fio, como impressoras ou dispositivos de armazenamento de arquivos ou quaisquer outras unidades de rede de rádio capazes de se comunicar através de uma ligação de rádio na rede de comunicações 100.

Baseado na discussão na parte de contexto acima, foi reconhecido que há uma necessidade de fazer agendamento para transmissão ou recepção coordenada de dados, possível em amplos cenários CoMP, e.g. habilitando um sistema CoMP compreendendo uma célula CoMP com uma grande quantidade de células cooperativas de diferentes nós de rede.

Assim, como parte do desenvolvimento das formas de implantação descritas aqui, um problema será primeiro identificado e discutido.

A figura 7 mostra um exemplo de um cenário CoMP compreendendo uma célula CoMP com nove (9) células. Neste exemplo, cada célula é servida por um nó de rede compreendendo duas (2) antenas de transmissão. Na célula CoMP, cada marcador, como e.g. um triângulo, um quadrado, uma estrela, um floco de neve, etc, representa um dispositivo sem fio compreendendo duas (2) antenas de recepção. Assim, nessa célula

CoMP, há dezoito (18) antenas de transmissão e noventa (90) dispositivos sem fio.

Quando agendando os dispositivos sem fio nessa célula CoMP para transmissão ou recepção de dados coordenada, um algoritmo de agendamento pode comumente ser usado para desempenhar uma busca ampla entre a quantidade total de dispositivos sem fio na célula CoMP. Isso pode ser feito de forma a encontrar dispositivos sem fio, e calcular seus pré-codificadores, levando tanto a um alto rendimento como a uma equidade de acordo com uma política proporcionalmente justa.

Proporcionalmente justo (PF) pode ser descrito como um algoritmo de agendamento baseado em compromisso. Ele tenta maximizar o rendimento, enquanto ao mesmo tempo permite a todos os dispositivos sem fio pelo menos um mínimo nível de serviço, i.e. justo. Em geral, isso pode e.g. ser desempenhado através da assinalação de cada fluxo de dados a uma taxa de dados que é inversamente proporcional ao seu consumo de recurso antecipado. Um exemplo de um algoritmo baseado em PF convencional é descrito em mais detalhes em Kushner, H. J.; Whiting, P.A. (Julho 2004), "Convergence of proportional-fair sharing algorithms under general conditions" (Convergência de algoritmos de compartilhamento proporcional-justo sob condições gerais), IEEE Transactions on Wireless Communications 3 (4): 1250–1259.

Uma busca exaustiva entre todos os possíveis dispositivos sem fio, pré-codificadores e número de camadas ou fluxos usados para cada dispositivo sem fio iria idealmente levar ao melhor desempenho. No entanto, esta abordagem tipicamente não é possível de um ponto de vista de complexidade de agendamento, mesmo se a célula CoMP for razoavelmente pequena. Ao contrário, uma abordagem ambiciosa baseada em um caminho de busca única pode ser considerada.

De acordo com a abordagem ambiciosa, nesta busca, um dispositivo sem fio por vez, e.g. com 1 ou 2 fluxos, é selecionado até que um número máximo de fluxos de transmissão que se iguala ao número de antenas de transmissão na célula CoMP tiver sido encontrado ou o rendimento total não for mais aumentado através do agendamento de outro dispositivo sem fio para a transmissão. Na determinação de um primeiro dispositivo sem fio a agendar, um pré-codificador para cada dispositivo sem fio e cada número possível de fluxos para este dispositivo sem fio devem ser calculados. Então, a SINR e taxas de dados podem ser estimadas, e uma métrica justa proporcional pode ser calculada baseada nisso. O dispositivo sem fio e o número de fluxos para este dispositivo sem fio que provê a maior métrica podem então ser agendados. Depois, um próximo dispositivo sem fio é agendado da mesma forma, mas o número de dispositivos sem fio de onde escolher possui agora um dispositivo sem fio a menos. Quando o processo de agendamento terminar, e.g. se o número máximo de fluxos agendados for alcançado, uma transmissão conjunta de ligação descendente pode ser desempenhada para os dispositivos sem fio usando os pré-

codificadores calculados para os dispositivos sem fio agendados.

Este agendamento e transmissão conjunta de ligação descendente podem então ser repetidos para cada instância de agendamento, i.e. para cada Intervalo de Tempo de Transmissão (TTI). Um TTI pode aqui corresponder a 1ms como definido no padrão LTE.

No entanto, a execução do algoritmo de agendamento para os dispositivos sem fio nesta célula CoMP, como descrito com referência à figura 7 acima, vai resultar em que um grande número de cálculos pré-codificadores precisa ser executado. A complexidade de agendamento da abordagem ambiciosa baseada em um caminho de única busca é mostrado pelas barras completamente preenchidas no diagrama esquemático da figura 8.

Deve ser notado que a abordagem ambiciosa é também uma redução de complexidade significativa se comparada a um algoritmo ideal. A busca exaustiva de melhor desempenho descrita acima iria requerer significativamente mais cálculos pré-codificadores proporcionalmente ao número de alternativas consideradas, e isso vai crescer exponencialmente com o número de dispositivos sem fio.

No diagrama esquemático da figura 8, o eixo y mostra o número de cálculos pré-codificadores executados e o eixo x mostra o número de fluxos agrupados, i.e. o número de fluxos que serão transmitidos aos dispositivos sem fio agendados no momento. Uma vez que cada dispositivo sem fio pode receber (2) camadas ou fluxos, i.e. um para cada antena de recepção, 180 cálculos pré-codificadores são executados no processo de determinar o primeiro dispositivo sem fio a ser agendado. Quando determinando o segundo dispositivo sem fio junto com o número de fluxos para agendar a este dispositivo sem fio, 178 cálculos pré-codificadores são feitos. A exata inclinação da curva mostrando o número de cálculos pré-codificadores como uma função do número de fluxos agrupados ou agendados depende do número de fluxos que serão transmitidos a cada dispositivo sem fio. Na figura 8, é assumido que dois fluxos são transmitidos a cada dispositivo sem fio.

Além disso, do diagrama esquemático da figura 8, pode também ser visto que se o número de dispositivos sem fio imputados para o algoritmo de agendamento para possivelmente serem agendados para transmissão ou recepção de dados coordenada puder ser reduzido a apenas e.g. 30%, 20% ou 10% dos dispositivos sem fio na célula CoMP, então a complexidade de agendamento será significativamente reduzida. Esta redução na complexidade de agendamento é mostrada pela barra listrada, pontilhada e branca no diagrama esquemático da figura 8, respectivamente.

Por exemplo, se apenas 10% dos dispositivos sem fio na célula CoMP forem usados no agendamento, então o número de cálculos pré-codificadores quando determinando o primeiro dispositivo sem fio a agendar seria reduzido a 18.

Desta forma, de acordo com as formas de implantação descritas aqui, através da seleção de um subgrupo de dispositivos sem fio de diferentes grupos ou clusters espaciais

de dispositivos sem fio em uma célula CoMP, e assim excluindo dispositivos sem fio na célula CoMP que são improváveis de serem agendados na transmissão ou recepção de dados coordenada, o número de dispositivos sem fio imputados ao algoritmo de agendamento para possivelmente serem agendados para transmissão ou recepção de dados coordenada pode ser reduzido.

Como mostrado pela figura 8, isso vai resultar em uma redução na complexidade de agendamento do algoritmo de agendamento. Assim, o agendamento para transmissão ou recepção de dados coordenada de acordo com as formas de implantação aqui pode ser aplicado a um amplo cenário CoMP.

Exemplos de formas de implantação de um método em um primeiro nó de rede para coordenar transmissões de dados entre dispositivos sem fio e duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó de rede em uma rede de comunicação sem fio serão agora descritos com referência a um fluxograma mostrado na figura 9.

A figura 9 é um exemplo ilustrado de ações ou operações exemplares que podem ser tomadas pelo primeiro nó de rede. Os dispositivos sem fio são servidos pelo pelo menos um segundo nó de rede. O pelo menos um segundo nó de rede é também configurado para executar a transmissão e a recepção de dados coordenadas, também referidas como transmissão e recepção CoMP. O pelo menos um segundo nó de rede pode executar a transmissão e recepção de dados coordenadas para os e dos dispositivos sem fio localizados em uma célula para a qual o pelo menos um segundo nó de rede é configurado para transmissão e recepção de dados coordenadas. Como descrito acima, em algumas formas de implantação, o primeiro nó de rede pode ser um dos pelo menos um segundo nó de rede.

Apesar de, como descrito acima, existirem diversas possibilidades de forma de implantação e configurações do primeiro e do pelo menos um segundo nós de rede, em um cenário exemplo, o primeiro nó de rede é um MME e o pelo menos um segundo nó de rede é/são eNodeB(s). Em outro cenário exemplo, o primeiro nó de rede é um eNodeB e o pelo menos um segundo nó de rede é/são RRU(s). O método pode compreender as seguintes ações, cujas ações podem ser tomadas em qualquer ordem adequada.

#### Ação 901

Nessa ação, o primeiro nó de rede identifica dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseado na correlação espacial mútua entre os dispositivos sem fio.

Isso permite vantajosamente que o primeiro nó de rede identifique grupos de dispositivos sem fio, grupos nos quais os dispositivos sem fio possuem uma alta correlação

especial mútua uns com os outros. Isso é vantajoso uma vez que, quando mais tarde forem selecionados dispositivos sem fio de grupos diferentes, os dispositivos sem fio selecionados irão possuir baixa correlação espacial mútua uns com os outros e é assim provável que possuam também uma boa compatibilidade espacial para a transmissão e recepção de dados coordenadas nos mesmos recursos não ortogonais.

Em algumas formas de implantação, o primeiro nó de rede 110 pode identificar os dois ou mais grupos de dispositivos sem fio agrupando os dispositivos sem fio em grupos fixos de dispositivos sem fio baseado em associações de célula dos dispositivos sem fio na rede de comunicações sem fio 100. Isso é porque dispositivos sem fio localizados em uma célula ou um grupo de células normalmente possuem baixa correlação espacial mútua com dispositivos sem fio localizados em outra célula ou em outro grupo de células.

Em um exemplo, todos os dispositivos sem fio localizados em uma célula ou grupo de células podem ser identificados como um grupo ou cluster de dispositivos sem fio, e.g. agrupando todos os dispositivos sem fio servidos pelo mesmo um de pelo menos um segundo nó de rede 210, 310 em um grupo ou cluster. Um dispositivo sem fio 121, 122 pode se mover de um grupo ou cluster de dispositivos sem fio a outro grupo ou cluster de dispositivos sem fio em um procedimento de transferência (HO), se o dispositivo sem fio 121, 122 se mover e a célula de serviço mudar, e.g. da célula servida pelo segundo nó de rede 210 para a célula servida pelo terceiro nó de rede 310.

Em algumas formas de implantação, o primeiro nó de rede 110 pode identificar os dois ou mais grupos de dispositivos sem fio agrupando os dispositivos sem fio em grupos dinâmicos de dispositivos sem fio baseado em medições de sinal de rádio.

Por exemplo, os grupos dinâmicos de dispositivos sem fio podem ser determinados utilizando-se um algoritmo de k-médias baseado nas medições de Potência Recebida do Sinal de Referência, RSRP. O algoritmo de k-médias, ou algoritmo de clustering de k-médias, é um método que possui como objetivo particionar  $n$  observações em  $k$  clusters no qual cada observação pertence ao cluster com a média mais próxima, ou valor da média. Uma observação pode ser as medições RSRP entre um dispositivo sem fio e as antenas do pelo menos um segundo nó de rede 110, 210. Os dispositivos sem fio podem ser divididos em grupos ou clusters de dispositivos sem fio usando o algoritmo de k-médias baseado nessas observações.

Uma vantagem de usar k-médias é que algoritmos eficientes para solucionar o problema de clustering NP-hard, i.e. tempo polinomial não determinístico-hard, já estão disponíveis. Considerando-se os canais entre um dispositivo sem fio e as antenas do pelo menos um segundo nó de rede 110, 210 na célula CoMP, e.g. através de medições da RSRP, no clustering, grupos substancialmente ótimos em termos de correlação espacial podem ser encontrados; isso, ao contrário de quando se identificam os grupos baseado, e.g.

na associação de células. Assim, esta é uma forma de assegurar uma baixa correlação espacial mútua entre os diferentes grupos ou clusters de dispositivos sem fio.

Alternativamente, os grupos dinâmicos de dispositivos sem fio podem ser determinados utilizando-se a soma mínima dos quadrados das diferenças nas medições da RSRP. Isso pode ser feito através do e.g. agrupamento dos dispositivos sem fio de forma que a soma mínima dos quadrados das diferenças nas medições da RSRP para todos os pelo menos um segundo nó de rede 210, 310 entre quaisquer dois dispositivos sem fio 121, 122 em diferentes grupos ou clusters seja maximizada. Esta é outra forma de assegurar uma baixa correlação espacial mútua entre os diferentes grupos ou clusters de dispositivos sem fio 121, 122.

Deve ser também notado que a identificação de dois ou mais grupos de dispositivos sem fio como descrita aqui pode ser feita de forma contínua de acordo com uma configuração de relatório da CSI. Isso significa que a identificação de dois ou mais grupos de dispositivos sem fio pode ser baseada em qualquer informação de CSI disponível, e.g. um Índice de Matriz de Pré-codificação (PMI), Índice de Classificação (RI) e/ou Índice de Qualidade de Canal (CQI). No relatório da CSI, os dispositivos sem fio 121, 122 podem relatar qualquer CSI disponível ao pelo menos um segundo nó de rede 210, 310. Este relatório do CSI pode compreender o CSI para qualquer ligação de rádio no grupo ou cluster de dispositivos sem fio ao qual o dispositivo sem fio 121, 122 pertence, não apenas e.g. a ligação de rádio mais forte. Deve ser também notado que a identificação pode variar dependendo de qual CSI é relatado.

Isso também significa que a identificação de dois ou mais grupos de dispositivos sem fio pode ser repetida com um período de tempo da ordem de 20-200ms dependendo da configuração. Isso proporciona um período de tempo adequado para fazer a identificação de dois ou mais grupos de dispositivos sem fio uma vez que não é provável que menores períodos de tempo resultem em qualquer grande diferença nos grupos ou clusters de dispositivos sem fio. Por exemplo, no caso em que o CSI não é atualizado, pode haver pouca razão para refazer a identificação.

Pode ser também notado aqui que as Ações 902-904 descritas abaixo, i.e. a seleção, agendamento e coordenação, podem ser feitas para cada instância de agendamento ou Intervalo de Tempo de Transmissão, TTI. Isso significa que a seleção, agendamento e coordenação descritos nas Ações 902-904 podem ser repetidos com um período de tempo da ordem de milissegundos (ms).

#### Ação 902

Nessa ação, o primeiro nó de rede 110 seleciona um subgrupo de dispositivos sem fio de dois ou mais dos grupos identificados de dispositivos sem fio baseado em um critério que se relaciona com uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio. Essa seleção

de um subgrupo de dispositivos sem fio a serem agendados na transmissão ou recepção de dados coordenada pode aqui ser referida como “poda” ou “pré-agendamento” dos dispositivos sem fio. Isso porque ela reduz o número de dispositivos sem fio 121, 122 que são imputados ao agendamento da transmissão ou recepção de dados coordenada do pelo  
5 menos um segundo nó de rede 210, 310.

Assim, para cada instância de agendamento ou TTI e grupo ou cluster de dispositivos sem fio identificado, esse pré-agendamento seleciona alguns dos dispositivos sem fio em cada grupo ou cluster de dispositivos sem fio identificado considerando um critério que se relaciona com uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio. Este  
10 critério pode também ser referido como uma métrica de seleção.

Os dispositivos sem fio selecionados de todos os grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados irão compreender os dispositivos sem fio que são considerados pelo agendamento descrito na Ação 903. Assim, este pré-agendamento deve ser configurado para selecionar os dispositivos sem fio que seriam provavelmente agendados se um agendamento de busca ampla completa fosse utilizado.  
15

Deve ser notado que para alcançar justiça e bom desempenho, os dispositivos sem fio mais prováveis de serem agendados para a transmissão e recepção de dados coordenadas, em uma dada instância de agendamento ou TTI, são os dispositivos sem fio que são compreendidos em diferentes grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados como descrito na Ação 901. Como mencionado acima, isso acontece porque dispositivos sem fio dentro destes grupos de dispositivos sem fio possuem uma alta correlação espacial mútua entre si.  
20

Além disso, a seleção de um grande número de dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados significa que a eficiência espectral é perto do que pode ser alcançado quando imputando todos os dispositivos sem fio 121, 122 no agendamento para um cenário CoMP.  
25

No entanto, se um grande número de dispositivos sem fio dos dois ou mais grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados for selecionado, então a complexidade do agendamento será aumentada relativamente. Por outro lado, se um baixo número de dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos ou clusters identificados dos dispositivos sem fio for selecionado, então a complexidade do agendamento será relativamente baixa. Isso, no entanto, terá como resultado que a perda de eficiência espectral será maior.  
30

Além disso, o número selecionado de dispositivos sem fio dos dois ou mais grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados deve ser maior do que o número de dispositivos sem fio que são agendados pelo algoritmo de agendamento. Isso é para tornar possível que o algoritmo de agendamento selecione de um grupo grande o suficiente de dispositivos sem fio para permitir uma boa compatibilidade espacial e alto rendimento da  
35

transmissão e recepção de dados coordenadas.

Assim, pode ser visto que existe um trade-off entre desempenho e complexidade que é governado pelo número de dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados que são selecionados neste pré-agendamento.

Desta forma, primeiro, um número de dispositivos sem fio que devem ser selecionados dos dois ou mais dos grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados pode ser determinado ou definido no primeiro nó de rede 110.

Em algumas formas de implantação, o mesmo número de dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados pode ser selecionado, i.e. um número fixo de dispositivos sem fio de cada grupo ou cluster de dispositivos sem fio. Aqui, assumindo que o número de grupos ou clusters de dispositivos sem fio é também fixo, o número total de dispositivos sem fio selecionado no subgrupo de dispositivos sem fio será também fixo, e assim a complexidade do algoritmo de agendamento será também fixa. Uma vantagem de possuir uma complexidade fixa é que existe geralmente certa capacidade de processamento disponível que deseja-se ser alcançada.

Assim, o desempenho do pré-agendamento neste caso dependerá amplamente da carga do sistema. Isso significa que, a uma carga baixa do sistema, todos os dispositivos sem fio podem ser selecionados pelo pré-agendamento, por meio do que o agendamento terá a mesma complexidade e desempenho se comparado com quando se imputa todos os dispositivos sem fio 121, 122 no agendamento do cenário CoMP diretamente. A uma alta carga, por outro lado, muito pouco do número total de dispositivos sem fio pode ser selecionado pelo pré-agendamento, dessa forma o agendamento terá significativamente menor complexidade se comparado com quando se imputa todos os dispositivos sem fio 121, 122 no agendamento do cenário CoMP diretamente.

Em algumas formas de implantação, o número de dispositivos sem fio selecionados em um subgrupo de dispositivos sem fio de um grupo de dispositivos sem fio identificado pode ser pelo menos parcialmente baseado no número de dispositivos sem fio que estão compreendidos no grupo de dispositivos sem fio identificado comparado com o número total de dispositivos sem fio nos grupos de dispositivos sem fio identificados, e.g. um número total fixo de dispositivos sem fio selecionados no subgrupo de dispositivos sem fio.

Assim, um número mais dinâmico de dispositivos sem fio pode ser selecionado através da seleção de certa fração, e.g. 20%, do número total de dispositivos sem fio de um grupo ou cluster de dispositivos sem fio identificado. De forma alternativa, uma fração fixa do número total de dispositivos sem fio de um ou mais grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados pode ser selecionada. Desta forma, quaisquer diferenças no número de dispositivos sem fio dentro de cada grupo ou cluster de dispositivos sem fio identificado



podem ser consideradas.

Deve ser notado que quando certa fração do número de dispositivos sem fio dentro de cada grupo ou cluster de dispositivos sem fio identificado é selecionada para o subgrupo de dispositivos sem fio, tanto o desempenho quanto a complexidade do agendamento serão significativamente menores do que quando se imputam todos os dispositivos sem fio 121, 122 no agendamento para o cenário CoMP diretamente.

Em algumas formas de implantação, o número de dispositivos sem fio que devem ser selecionados dos dois ou mais dos grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados pode ser determinado por ou definido por possuindo o número total de dispositivos sem fio selecionado no subgrupo de dispositivos sem fio sendo um número total fixo de dispositivos sem fio. Neste caso, o número de dispositivos sem fio selecionados para o subgrupo de dispositivos sem fio de um grupo de dispositivos sem fio identificado pode ser pelo menos parcialmente baseado na carga total neste grupo de dispositivos sem fio identificado.

Através da escolha de um número total fixo de dispositivos sem fio a serem selecionados no pré-agendamento, mas deixando o número de dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados ser dinâmico e mudar de acordo com a variação de carga nos diferentes grupos ou clusters de dispositivos sem fio, a complexidade do agendamento é mantida fixa e o desempenho é melhorado comparado com e.g. quando se possui um número fixo de dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados.

Além disso, aqui, o número de dispositivos sem fio selecionados dos dois ou mais dos grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados pode depender da fração do número total de dispositivos sem fio que é associada a cada grupo ou cluster de dispositivos sem fio identificado, assim como do número total fixo de dispositivos sem fio que serão selecionados.

Como um exemplo da escolha do número de dispositivos sem fio, assuma que o sistema CoMP compreende quatro (4) grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados. Além disso, assuma que a capacidade de processamento do agendamento no primeiro nó de rede 110 pode apenas lidar com a computação do algoritmo de agendamento para por volta de 20 dispositivos sem fio.

O número total de dispositivos sem fio selecionados para o subgrupo de dispositivos sem fio no sistema CoMP é então fixado para 20, independente da carga do sistema. Se a carga do sistema é baixa, i.e. menos do que 20 dispositivos sem fio, então todos os dispositivos sem fio no sistema CoMP podem ser selecionados no pré-agendamento. Por outro lado, se a carga do sistema é alta, apenas uma pequena fração de todos os dispositivos sem fio no sistema CoMP pode ser selecionada no pré-agendamento. Neste caso, o número de dispositivos sem fio selecionados dos dois ou mais dos grupos ou

clusters de dispositivos sem fio identificados é preferencialmente dependente da fração do número total de dispositivos sem fio em cada grupo ou cluster de dispositivos sem fio identificado.

Por exemplo, assuma ainda que há 100 dispositivos sem fio no sistema CoMP, e que o número de dispositivos sem fio associados a cada um dos quatro grupos ou clusters de dispositivos sem fio é 10, 20, 30 e 40, respectivamente. Então, de acordo com o dito acima, o pré-agendamento deve selecionar 20 dispositivos sem fio entre esses 100 dispositivos sem fio, baseado no número de dispositivos sem fio em cada grupo ou cluster de dispositivos sem fio identificado. Isso irá resultar no fato de que o pré-agendamento seleciona 2, 4, 6 e 8 dispositivos sem fio, respectivamente, dos quatro grupos ou clusters dos dispositivos sem fio.

Uma descrição mais generalizada disso é mostrada pela Eq. 1:

$$nUEs_{pré-agendados,j} = \frac{nUEs_{ativos,j} * nUEs_{pré-agendados}}{nUEs_{ativos}}, \quad (Eq. 1)$$

onde  $nUEs_{pré-agendados,j}$  é o número de dispositivos sem fio que devem ser pré-agendados no grupo ou cluster  $j$  identificado,

$nUEs_{ativos,j}$  é o número de dispositivos sem fio que estão ativos no grupo ou cluster  $j$  identificado,

$nUEs_{pré-agendados}$  é o número total de dispositivos sem fio que devem ser selecionados no pré-agendamento, e

$nUEs_{ativos}$  é o número total de dispositivos sem fio ativos no sistema CoMP.

Assim, de acordo com o que foi dito acima, pode ser visto que o número de dispositivos sem fio em cada grupo ou cluster de dispositivos sem fio pode e.g. ser proporcional ao número de dispositivos sem fio presentes em um grupo ou cluster de dispositivos sem fio, e pode também depender da carga de dispositivos sem fio no cenário CoMP e também do grau de liberdade espacial disponível, i.e. o número total de antenas de transmissão ou recepção.

Em segundo lugar, quando um número de dispositivos sem fio for determinado por ou definido no primeiro nó de rede 110, o primeiro nó de rede 110 pode aplicar o critério que se relaciona com uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio de forma a destacar os dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados que devem ser compreendidos no subgrupo de dispositivos sem fio que serão imputados no agendamento.

Para selecionar os dispositivos sem fio que mais provavelmente serão agendados pelo algoritmo de agendamento, o primeiro nó de rede 110 pode considerar um critério baseado no mesmo cálculo de prioridade que é considerado no agendamento por e.g. um

algoritmo de agendamento PF-based SDMA.

Neste caso, a prioridade  $P$  pode ser calculada, e.g. como mostrado na Eq. 2:

$$P = \frac{T^\alpha}{R^\beta} \quad (\text{Eq. 2})$$

onde  $T$  é a taxa de dados instantânea do dispositivo sem fio,  $R$  é a média histórica da taxa de dados do dispositivo sem fio, e  $\alpha$  e  $\beta$  ajustam a "justiça" do agendamento.

No caso extremo, quando  $\alpha=0$  e  $\beta=1$ , o agendamento assegura que todos os usuários possuem a mesma bitrate média. Se  $\alpha=1$  e  $\beta=0$ , o agendamento irá sempre servir os usuários com as melhores condições do canal para maximizar o rendimento. Uma escolha típica é, no entanto,  $\alpha=1$  e  $\beta=1$ , que leva a um agendamento proporcionalmente justo que leva em consideração tanto justiça quanto rendimento. Assim, o mesmo critério pode ser usado pelo primeiro nó de rede 110 para selecionar o subgrupo de dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos ou clusters de dispositivos sem fio identificados que devem ser imputados no agendamento.

A taxa de dados média histórica de cada dispositivo sem fio pode ser conhecida no primeiro nó de rede 110 tanto para o pré-agendamento quanto para o agendamento. No entanto, a taxa instantânea de cada dispositivo sem fio pode não estar disponível ao pré-agendamento porque depende do cálculo conjunto do agendamento pelo pré-codificador. Isso é normalmente um cálculo complexo feito por um algoritmo de agendamento SDMA.

Uma alternativa, com complexidade muito baixa, é então apenas considerar a taxa de dados média no pré-agendamento. Isso significa que, em algumas formas de implantação, o critério pode se relacionar com as taxas de dados médias históricas de cada um dos dispositivos sem fio. Neste caso, o critério pode ser feito justo com relação à taxa de dados média.

Outra alternativa é estimar a taxa de dados instantânea do dispositivo sem fio, e usar esta estimativa da taxa de dados espontânea do dispositivo sem fio no pré-agendamento. Isso significa que, em algumas formas de implantação, o critério pode também se relacionar com a taxa de dados espontânea de cada um dos dispositivos sem fio. Neste caso, o critério pode ser feito proporcionalmente justo em relação à taxa de dados instantânea.

Outra alternativa é estimar as taxas de dados relativas entre diferentes dispositivos sem fio, e usar esta estimativa de taxas de dados relativas entre diferentes dispositivos sem fio no pré-agendamento. Isso significa que, em algumas formas de implantação, o critério pode ainda se relacionar com taxas de dados relativas entre os dispositivos sem fio. Neste caso, o critério pode ser feito proporcionalmente justo em relação às taxas de dados relativas.

Nos casos acima, a taxa de dados instantânea de cada um dos dispositivos sem fio

ou as taxas de dados relativas entre os dispositivos sem fio podem ser estimadas baseado em um ou mais entre: medições de Potência Recebida de Sinal de Referência (RSRP), medições da razão Sinal-ruído (SNR) e medições de norma de Canal. Aqui, a medição de norma de Canal pode ser entre um dispositivo sem fio e todos os pontos de transmissão no cenário CoMP.

Deve ser notado que as formas de implantação descritas acima nessa Ação 902 são utilizadas vantajosamente para um pré-agendamento de baixa complexidade anterior ao agendamento de dispositivos sem fio para a transmissão ou recepção de dados coordenada do pelo menos um segundo nó de rede 210, 310, como descrito na Ação 903 abaixo.

#### Ação 903

Quando um subgrupo de dispositivos sem fio tiver sido selecionado, o primeiro nó de rede 110 agenda dispositivos sem fio do subgrupo de dispositivos sem fio selecionado para a transmissão ou recepção de dados coordenada do pelo menos um segundo nó de rede 210, 310. Isso significa que o primeiro nó de rede 110 seleciona e agenda alguns dos dispositivos sem fio no subgrupo de dispositivos sem fio selecionado. Para estes dispositivos sem fio, o primeiro nó de rede 110 pode calcular pré-codificadores, i.e. vetores pré-codificadores, a serem usados quando executando a transmissão ou recepção de dados coordenada do pelo menos um nó de rede 210, 310 a estes dispositivos sem fio.

Através do agendamento dos dispositivos sem fio do subgrupo de dispositivos sem fio selecionado desta forma, o primeiro nó de rede 110 pode aplicar seu algoritmo de agendamento em um menor grupo de dispositivos sem fio, o que reduz a complexidade do agendamento, enquanto ainda mantém os ganhos de transmissão conjunta em grandes cenários CoMP uma vez que apenas dispositivos sem fio que são prováveis de serem agendados na transmissão ou recepção de dados coordenada são compreendidos no subgrupo de dispositivos sem fio selecionado.

Em algumas formas de implantação, o primeiro nó de rede 110 pode selecionar e agendar os dispositivos sem fio determinando quais dos dispositivos sem fio compreendidos no subgrupo de dispositivos sem fio selecionado devem ser agendados no mesmo bloco de recursos baseado na Informação de Estado do Canal, CSI, para cada dispositivo sem fio.

Em alguma forma de implantação, o agendamento é feito pelo agendamento de Acesso Múltiplo de Divisão do Espaço (SDMA) baseado em justiça proporcional (PF-based). Isso pode ser feito aplicando um algoritmo SDMA PF-based no primeiro nó de rede 110 ao subgrupo de dispositivos sem fio selecionado. O algoritmo de agendamento SDMA PF-based também executa uma ampla busca no subgrupo de dispositivos sem fio selecionado para encontrar os dispositivos sem fio, e calcula seus pré-codificadores correspondentes, que tanto leva a um alto rendimento quanto à justiça de acordo com sua política de justiça proporcional.

Neste caso, o algoritmo SDMA PF-based pode determinar quais dos dispositivos sem fio compreendidos no subgrupo de dispositivos sem fio selecionado devem ser agendados no mesmo bloco de recursos baseado na CSI para cada dispositivo sem fio.

O algoritmo de agendamento SDMA PF-based irá refinar a seleção de dispositivo sem fio feita pelo pré-agendamento de baixa complexidade. Isso mostra a importância de selecionar um número de dispositivos sem fio grande o suficiente em cada grupo ou cluster de dispositivos sem fio identificado no pré-agendamento. De fato, a precisão com que o pré-agendamento pode estimar a prioridade  $P$  dos diferentes dispositivos sem fio no subgrupo de dispositivos sem fio selecionado se comparado com as prioridades calculadas pelo algoritmo de agendamento SDMA PF-based pode afetar o impacto do número total de dispositivos sem fio selecionado pelo pré-agendamento.

Por exemplo, se apenas a taxa de dados histórica  $R$  do dispositivo sem fio for considerada pelo pré-agendamento, i.e.  $\alpha=0$  e  $\beta=1$ , então a estimativa de  $P$  pode ser bastante diferente das prioridades calculadas pelo algoritmo de agendamento SDMA PF-based, e.g. uma vez que o algoritmo de agendamento SDMA PF-based pode estar usando  $\alpha=1$  e  $\beta=1$ . O impacto disto, no entanto, pode ser aliviado através da seleção de um número maior de dispositivos sem fio no pré-agendamento na Ação 902.

Em algumas formas de implantação, quando um dispositivo sem fio está compreendido em um subgrupo de dispositivos sem fio, mas não é agendado pelo primeiro nó de rede 110, o dispositivo sem fio pode ser mantido pelo primeiro nó de rede 110 em seu respectivo subgrupo de dispositivos sem fio selecionado. Em outras palavras, o pré-agendamento pode manter estes dispositivos sem fio em uma fila até que sejam agendados pelo e.g. algoritmo de agendamento SDMA PF-based. Assim, o dispositivo sem fio pode ser agendado pelo primeiro nó de rede 110 em outra instância de agendamento ou TTI.

Alternativamente, o pré-agendamento pode manter estes dispositivos sem fio na fila até que a fila seja esvaziada e novas prioridades sejam calculadas, para reduzir a quantidade de cálculos feitos pelo pré-agendamento. Assim, o dispositivo sem fio pode ser mantido pelo primeiro nó de rede 110 em seu respectivo subgrupo de dispositivos sem fio selecionado até que um subgrupo de dispositivos sem fio completamente novo seja selecionado pelo primeiro nó de rede 110.

Em algumas formas de implantação, os dispositivos sem fio que são selecionados pelo pré-agendamento, mas não agendados pelo algoritmo de agendamento SDMA PF-based, podem manter sua alta prioridade, e.g. enquanto suas bitrates instantâneas não se alteram.

Mantendo desta forma os dispositivos sem fio no subgrupo de dispositivos sem fio que são ainda prováveis de serem agendados, a seleção do subgrupo de dispositivos sem fio pode ser feita de forma mais eficiente, e.g. ser feita de uma forma mais rápida com

menos cálculos necessários.

Em algumas formas de implantação, o agendamento pode ser feito em diferentes recursos ortogonais. Isso pode ser feito sempre que considerado adequado para evitar interferência na rede de comunicações sem fio 100.

Deve ser também notado que através da seleção de um subgrupo de dispositivos sem fio como descrito na Ação 902, isto é, através da redução do número de dispositivos sem fio 121, 122 imputados ao agendamento, para o agendamento como descrito aqui na Ação 903, a complexidade de agendamento da transmissão e recepção de dados coordenadas é reduzida para cada instância de agendamento ou TTI.

#### Ação 904

Quando dispositivos sem fio tiverem sido agendados para a transmissão ou recepção de dados coordenada do pelo menos um segundo nó de rede 210, 310, o primeiro nó de rede 110 coordena a transmissão ou recepção de dados entre o pelo menos um segundo nó de rede 210, 310 e os dispositivos sem fio agendados.

Através da coordenação da transmissão ou recepção de dados desta forma baseada nos dispositivos sem fio agendados, a capacidade de rede de rádio na rede de comunicações sem fio 100 e a bitrate do usuário para uma dada capacidade de processamento de agendamento para o sistema CoMP são melhoradas em comparação com sistemas CoMP convencionais.

A coordenação pode ser feita com pré-codificadores, i.e. vetores de pré-codificação, determinados no agendamento como descrito na Ação 903.

Em algumas formas de implantação, a transmissão ou recepção de dados coordenada pode ser uma pré-codificação de transmissão conjunta de ligação descendente. Esta transmissão de dados coordenada para os dispositivos sem fio agendados 121, 122 é então feita de forma cooperativa pelo pelo menos um segundo nó de rede 210, 310.

De forma alternativa, a transmissão ou recepção de dados coordenada pode ser uma transmissão conjunta de ligação ascendente Multi-Usuário Múltiplo-Input Múltiplo-Output, MU-MIMO. Neste caso, o pelo menos um segundo nó de rede 210, 310 recebe cooperativamente a transmissão de dados coordenada dos dispositivos sem fio 121, 122.

Para desempenhar as ações do método no primeiro nó de rede 110 para a transmissão e recepção de dados coordenadas entre os dispositivos sem fio 121, 122 e duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó de rede 210, 310 em uma rede de comunicação sem fio 100, o primeiro nó de rede 110 pode compreender o arranjo a seguir mostrado na figura 10.

A figura 10 mostra um diagrama de blocos esquemático de formas de implantação do primeiro nó de rede 110. Os dispositivos sem fio 121, 122 são servidos pelo pelo menos um segundo nó de rede 210, 310. O pelo menos um segundo nó de rede 210, 310 é

configurado para desempenhar a transmissão ou recepção de dados coordenada. Deve ser notado que em algumas formas de implantação o primeiro nó de rede 110 pode ser um dos pelo menos um segundo nó de rede 210, 310.

5 O primeiro nó de rede 110 compreende uma unidade de identificação 1001. A unidade de identificação 1001 é configurada para identificar dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseada na correlação espacial mútua entre os dispositivos sem fio 121, 122.

10 Em algumas formas de implantação, a unidade de identificação 1001 pode identificar os dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseada em grupos existentes de dispositivos sem fio na rede de comunicações sem fio 100. Em algumas formas de implantação, a unidade de identificação 1001 pode identificar os dois ou mais grupos de dispositivos sem fio agrupando os dispositivos sem fio em grupos fixados de dispositivos sem fio baseado nas associações de célula dos dispositivos sem fio na rede de comunicações sem fio 100.

15 Em algumas formas de implantação, a unidade de identificação 1001 pode identificar os dois ou mais grupos de dispositivos sem fio agrupando os dispositivos sem fio em grupos dinâmicos de dispositivos sem fio baseado em medições de sinal de rádio. Neste caso, os grupos dinâmicos de dispositivos sem fio podem ser determinados pela unidade de identificação 1001 usando um algoritmo de K-médias baseado em medições RSRP, ou  
20 usando a mínima soma das diferenças ao quadrado nas medições RSRP.

Em algumas formas de implantação, a identificação dos dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseada na correlação espacial mútua entre os dispositivos sem fio 121, 122 pode ser feita continuamente de acordo com a configuração reportada da CSI.

25 O primeiro nó de rede 110 também compreende uma unidade de seleção 1002. A unidade de seleção 1002 pode também ser referida como de pré-agendamento, unidade de pré-agendamento ou unidade de poda. A unidade de seleção 1002 é configurada para selecionar um subgrupo de dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos de dispositivos sem fio identificados, identificados na unidade de identificação 1001 baseado em um critério que se relaciona com uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio.

30 Primeiro, a unidade de seleção 1002 pode selecionar um número de dispositivos sem fio selecionados para o subgrupo de dispositivos sem fio. Isso pode também já ser determinado ou definido na unidade de seleção 1002. Em algumas formas de implantação, o número total de dispositivos sem fio selecionados no subgrupo de dispositivos sem fio pode ser um número total fixado de dispositivos sem fio. Aqui, o número de dispositivos sem fio  
35 selecionados para o subgrupo de dispositivos sem fio de um grupo de dispositivos sem fio identificado pode ser pelo menos parcialmente baseado na carga atual neste grupo de dispositivos sem fio identificado.

Em algumas formas de implantação, o número de dispositivos sem fio selecionados para o subgrupo de dispositivos sem fio de um grupo de dispositivos sem fio identificado pode ainda ser pelo menos parcialmente baseado no número de dispositivos sem fio que estão compreendidos neste grupo de dispositivos sem fio identificado comparado com o número total de dispositivos sem fio nos grupos de dispositivos sem fio identificados, e o número total fixado de dispositivos sem fio selecionados no subgrupo de dispositivos sem fio.

Em segundo lugar, a unidade de seleção 1002 pode selecionar o subgrupo de dispositivos sem fio. Em algumas formas de implantação, o critério pode se relacionar com as taxas de dados médias históricas de cada um dos dispositivos sem fio. Em algumas formas de implantação, o critério pode ainda se relacionar com a taxa de dados instantânea de cada um dos dispositivos sem fio ou as taxas de dados relativas entre os dispositivos sem fio.

Em algumas formas de implantação, a taxa de dados instantânea de cada um dos dispositivos sem fio ou as taxas de dados relativas entre os dispositivos sem fio podem ser estimadas baseado em uma ou mais das medições RSRP, medições SNR, e medições de norma de Canal.

O primeiro nó de rede 110 ainda compreende uma unidade de agendamento 1003. A unidade de agendamento 1003 é configurada para agendar dispositivos sem fio do subgrupo de dispositivos sem fio selecionado para a transmissão ou recepção de dados coordenada.

Em algumas formas de implantação, a unidade de agendamento 1003 pode manter um dispositivo sem fio que é compreendido no subgrupo de dispositivos sem fio, mas não agendado, no subgrupo de dispositivos sem fio selecionado. Isso pode ser feito até que o dispositivo sem fio seja agendado em outra instância de agendamento. De forma alternativa, isso pode ser feito até que um subgrupo de dispositivos sem fio totalmente novo seja selecionado pela unidade de seleção 1002.

Em algumas formas de implantação, a unidade de agendamento 1003 pode determinar quais dos dispositivos sem fio compreendidos no subgrupo de dispositivos sem fio selecionado devem ser agendados no mesmo bloco de recursos baseada na CSI para cada um dos dispositivos sem fio.

Em algumas formas de implantação, a unidade de agendamento 1003 pode compreender um algoritmo de agendamento SDMA PF-based configurado para fazer o agendamento. Em algumas formas de implantação, o agendamento pode ser feito em diferentes recursos ortogonais.

Além disso, o primeiro nó de rede 110 compreende ainda uma unidade de coordenação 1004. A unidade de coordenação 1004 é configurada para coordenar a transmissão ou recepção de dados entre duas ou mais antenas associadas ao pelo menos



um segundo nó de rede 210, 310 e aos dispositivos sem fio agendados.

Em algumas formas de implantação, a transmissão de dados coordenada pode ser uma pré-codificação de transmissão conjunta de ligação descendente. Em algumas formas de implantação, a transmissão de dados coordenada pode ser uma transmissão conjunta MU-MIMO de ligação ascendente. A transmissão e recepção de dados coordenadas pode ser feita com pré-codificadores, ou vetores pré-codificadores, determinados pela unidade de agendamento 1003.

Deve ser notado que a unidade de seleção 1002, a unidade de agendamento 1003, e a unidade de coordenação 1004 podem executar a seleção, o agendamento e a coordenação para cada instância de agendamento, e.g. para cada TTI.

O primeiro nó de rede 110 pode compreender circuito de processamento 1010, que pode ser também referido como unidade de processamento. O circuito de processamento 410 pode compreender uma ou mais da unidade de identificação 1001, unidade de seleção 1002, unidade de agendamento 1003 e unidade de coordenação 1004.

As formas de implantação aqui para a transmissão e recepção de dados coordenadas entre os dispositivos sem fio 121, 122 e duas ou mais antenas associadas ao pelo menos um segundo nó de rede 210, 310 em uma rede de comunicação sem fio 100 podem ser implantadas através de um ou mais processadores, como o circuito de processamento 1010 no primeiro nó de rede 110 mostrado na figura 10, junto com código de programa de computador para desempenhar as funções e ações das formas de implantação descritas. O código de programa mencionado acima pode também ser provido como um produto de programa de computador, por exemplo, na forma de um portador de dados portando código de programa de computador ou meios de código para executar as formas de implantação descritas quando carregado para o circuito de processamento 1010 no primeiro nó de rede 110. O código de programa de computador pode e.g. ser provido como um código de programa puro no primeiro nó de rede 110 ou em um servidor e baixado para o primeiro nó de rede 110.

O primeiro nó de rede 110 pode ainda compreender uma memória 1020 compreendendo uma ou mais unidades de memória. A memória 1020 pode ser arranjada para ser usada para armazenar dados, como e.g. a informação associada aos dispositivos sem fio que estão compreendidos em um subgrupo de dispositivos sem fio mas ainda não foram agendados, para desempenhar os métodos descritos aqui quando sendo executada no primeiro nó de rede 110.

Os especialistas na área também devem notar que o circuito de processamento 1010 e a memória 1020 descritos acima podem se referir a uma combinação de circuitos analógicos e digitais, e/ou um ou mais processadores configurados com software e/ou firmware, e.g. armazenado em uma memória, que quando executado por um ou mais

processadores como o circuito de processamento 1010 age como descrito acima. Um ou mais desses processadores, assim como o outro hardware digital, podem ser incluídos em um único circuito integrado de aplicação específica (ASIC), ou diversos processadores e vários hardwares digitais podem estar distribuídos entre diversos componentes separados, ou individualmente empacotados ou agregados a um sistema-em-um-chip (SoC).

A terminologia usada na descrição detalhada das formas de implantação ilustradas nas figuras em anexo não tem como intenção limitar os métodos, o primeiro nó de rede 110 ou o programa de computador descritos, que, ao invés disso, são limitados pelas reivindicações em anexo.

Como usado aqui, o termo “e/ou” compreende qualquer e todas as combinações de um ou mais dos itens listado associados.

Ainda, como usado aqui, a abreviação comum “e.g.”, que deriva da frase em latim “*exempli gratia*”, pode ser usada para introduzir ou especificar um exemplo ou exemplos gerais de um item mencionado previamente, e não possui como intenção limitar tal item. Se usado aqui, a abreviação comum “i.e.”, que deriva da frase em latim “*id est*”, pode ser usada para especificar um item particular de uma citação mais geral. A abreviação comum “etc”, que deriva da expressão em latim “*et Cetera*” significando “e outras coisas” ou “e assim por diante” pode ser usada aqui para indicar que mais características, similares às que foram enumeradas, existem.

Como usado aqui, as formas singulares “um” e “o” possuem como intenção compreender também as formas plurais, a menos que expressamente especificado o contrário. Será também compreendido que os termos “inclui”, “compreende”, “incluído” e/ou “compreendendo”, quando usados nesta especificação, especificam a presença dos recursos, ações, inteiros, passos, operações, elementos, e/ou componentes especificados, mas não impedem a presença ou adição de um ou mais outros recursos, ações, inteiros, passos, operações, elementos, componentes, e/ou grupos destes.

A menos que definido de outra forma, todos os termos compreendendo termos técnicos e científicos usados aqui possuem o mesmo significado que comumente compreendido por alguém de conhecimento no assunto ao qual as formas de implantação descritas pertencem. Será ainda compreendido que os termos, como os definidos em dicionários comumente utilizados, devem ser interpretados como possuindo um significado que é consistente com seu significado no contexto do assunto relevante e não serão interpretados em um senso idealizado ou excessivamente formal a menos que expressamente definido na descrição.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método desempenhado por um primeiro nó de rede (110) para a transmissão e recepção de dados coordenadas entre dispositivos sem fio (121, 122) e duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) em uma rede de comunicação sem fio (100) em que os dispositivos sem fio (121, 122) são servidos pelo pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) e em que pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) é configurado para executar a transmissão ou recepção de dados coordenada, caracterizado pelo fato de que compreende

Identificar (901) dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseado na correlação espacial mútua entre os dispositivos sem fio (121, 122) ;

Selecionar (902) um subgrupo de dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos de dispositivos sem fio identificados baseado em um critério que se relaciona com uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio;

Agendar (903) dispositivos sem fio do subgrupo de dispositivos sem fio selecionado para a transmissão ou recepção de dados coordenada; e

Coordenar (904) a transmissão ou recepção de dados entre as duas ou mais antenas compreendidas no pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) e os dispositivos sem fio agendados.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o critério se relaciona com as taxas de dados médias históricas de cada um dos dispositivos sem fio.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o critério também se relaciona com a taxa de dados instantânea de cada um dos dispositivos sem fio ou as taxas de dados relativas entre os dispositivos sem fio.

4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o critério é proporcional justo em relação à taxa de dados instantânea de cada um dos dispositivos sem fio ou as taxas de dados relativas entre os dispositivos sem fio.

5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 3 a 4, caracterizado pelo fato de que a taxa de dados instantânea de cada um dos dispositivos sem fio ou as taxas de dados relativas entre os dispositivos sem fio são estimadas baseado em uma ou mais entre:

- medições de Potência Recebida de Sinal de Referência, RSRP,
- medições da razão Sinal-Ruído, SNR, e
- medições da norma de Canal.

6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o número total de dispositivos sem fio selecionados no subgrupo de dispositivos sem fio é um número total fixado de dispositivos sem fio, e pelo fato de que o número de dispositivos sem fio selecionados no subgrupo de dispositivos sem fio de um

grupo de dispositivos sem fio identificado é pelo menos parcialmente baseado na carga atual neste grupo de dispositivos sem fio identificado.

7. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o número de dispositivos sem fio selecionados no subgrupo de dispositivos sem fio de um grupo de dispositivos sem fio identificado é também pelo menos parcialmente baseado no:

- número de dispositivos sem fio que estão compreendidos no grupo de dispositivos sem fio identificado comparado com o número total de dispositivos sem fio nos grupos de dispositivos sem fio identificados, e

- número total fixado de dispositivos sem fio selecionados no subgrupo de dispositivos sem fio.

8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de que um dispositivo sem fio compreendido no subgrupo de dispositivos sem fio, mas não agendado, é mantido no subgrupo de dispositivos sem fio até que o dispositivo sem fio seja agendado em outra instância de agendamento ou até que um subgrupo de dispositivos sem fio completamente novo seja selecionado.

9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o agendamento (903) compreende determinar quais dos dispositivos sem fio compreendidos no subgrupo de dispositivos sem fio devem ser agendados no mesmo bloco de recursos, baseado na Informação de Estado de Canal, CSI, para cada um dos dispositivos sem fio.

10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o agendamento (903) é um agendamento de Acesso Múltiplo de Divisão de Espaço, SDMA, proporcional justo, PF-based.

11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o agendamento (903) compreende o cálculo de vetores de pré-codificação.

12. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, caracterizado pelo fato de que o agendamento (903) é feito em diferentes recursos ortogonais, e a coordenação (904) é feita com vetores de pré-codificação determinados no agendamento (903).

13. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 12, caracterizado pelo fato de que a identificação (903) de dois ou mais grupos de dispositivos sem fio compreende também agrupar os dispositivos sem fio em grupos fixos de dispositivos sem fio baseado nas associações de célula dos dispositivos sem fio na rede de comunicações sem fio (100).

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 12, caracterizado pelo fato de que a identificação (903) de dois ou mais grupos de dispositivos sem fio compreende também agrupar os dispositivos sem fio em grupos dinâmicos de dispositivos

sem fio baseado em medições de sinal de rádio.

15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que os grupos dinâmicos de dispositivos sem fio são determinados usando um algoritmo de k-médias baseado em medições de RSRP, ou usando a soma mínima dos quadrados das diferenças nas medições de RSRP.

16. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 15, caracterizado pelo fato de que a transmissão de dados coordenada é uma pré-codificação de transmissão conjunta de ligação descendente ou uma transmissão conjunta Multi-Usuário Múltiplo-Input Múltiplo-Output, MU-MIMO, de ligação ascendente.

17. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 16, caracterizado pelo fato de que a identificação (901) de dois ou mais grupos de dispositivo sem fio é feita continuamente de acordo com a configuração reportada de CSI, e pelo fato de que a seleção (902), agendamento (903) e coordenação (904) são feitos para cada instância de agendamento ou Intervalo de Tempo de Transmissão, TTI.

18. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 17, caracterizado pelo fato de que o primeiro nó de rede (110) é um dos pelo menos um segundo nó de rede (210, 310).

19. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 18, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um segundo nó de rede compreende dois ou mais nós de rede (210, 310), cada um estando associado a pelo menos uma antena das duas ou mais antenas.

20. Um primeiro nó de rede (110) para coordenar a transmissão e recepção de dados entre dispositivos sem fio (121, 122) e duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) em uma rede de comunicações sem fio (100), em que os dispositivos sem fio (121, 122) são servidos pelo pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) e em que pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) é configurado para desempenhar a transmissão ou recepção de dados coordenada, caracterizado pelo fato de que compreende

Um circuito de processamento (1010) configurado para identificar dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseado na correlação espacial mútua entre os dispositivos sem fio (121, 122), para selecionar um subgrupo de dispositivos sem fio de dois ou mais dos grupos de dispositivos sem fio identificados baseado em um critério que se relaciona a uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio, para agendar dispositivos sem fio do subgrupo de dispositivos sem fio selecionado para a transmissão ou recepção de dados coordenada, e para coordenar a transmissão ou recepção de dados entre as duas ou mais antenas compreendidas no pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) e os dispositivos sem fio agendados.

21. Programa de computador para uso em um primeiro nó de rede (110) para coordenar a transmissão e recepção de dados entre dispositivos sem fio (121, 122) e duas ou mais antenas associadas ao pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) em uma rede de comunicações sem fio (100), em que dispositivos sem fio (121, 122) são servidos pelo pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) e em que pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) é configurado para desempenhar a transmissão ou recepção de dados coordenada, caracterizado pelo fato de que compreende um código de programa de computador que quando rodado no primeiro nó de rede (110) faz com que o primeiro nó de rede (110)

Identifique dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseado na correlação espacial mútua entre os dispositivos sem fio (121, 122),

Selecione um subgrupo de dispositivos sem fio de dois ou mais dos grupos de dispositivos sem fio identificados baseado em um critério que se relaciona a uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio,

Agende dispositivos sem fio do subgrupo de dispositivos sem fio selecionado para a transmissão ou recepção de dados coordenada, e

Coordene a transmissão ou recepção de dados entre as duas ou mais antenas compreendidas no pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) e os dispositivos sem fio agendados.

22. Produto de programa de computador caracterizado pelo fato de que compreende um meio de armazenagem legível por computador no qual o programa de computador de acordo com a reivindicação 21 é armazenado.

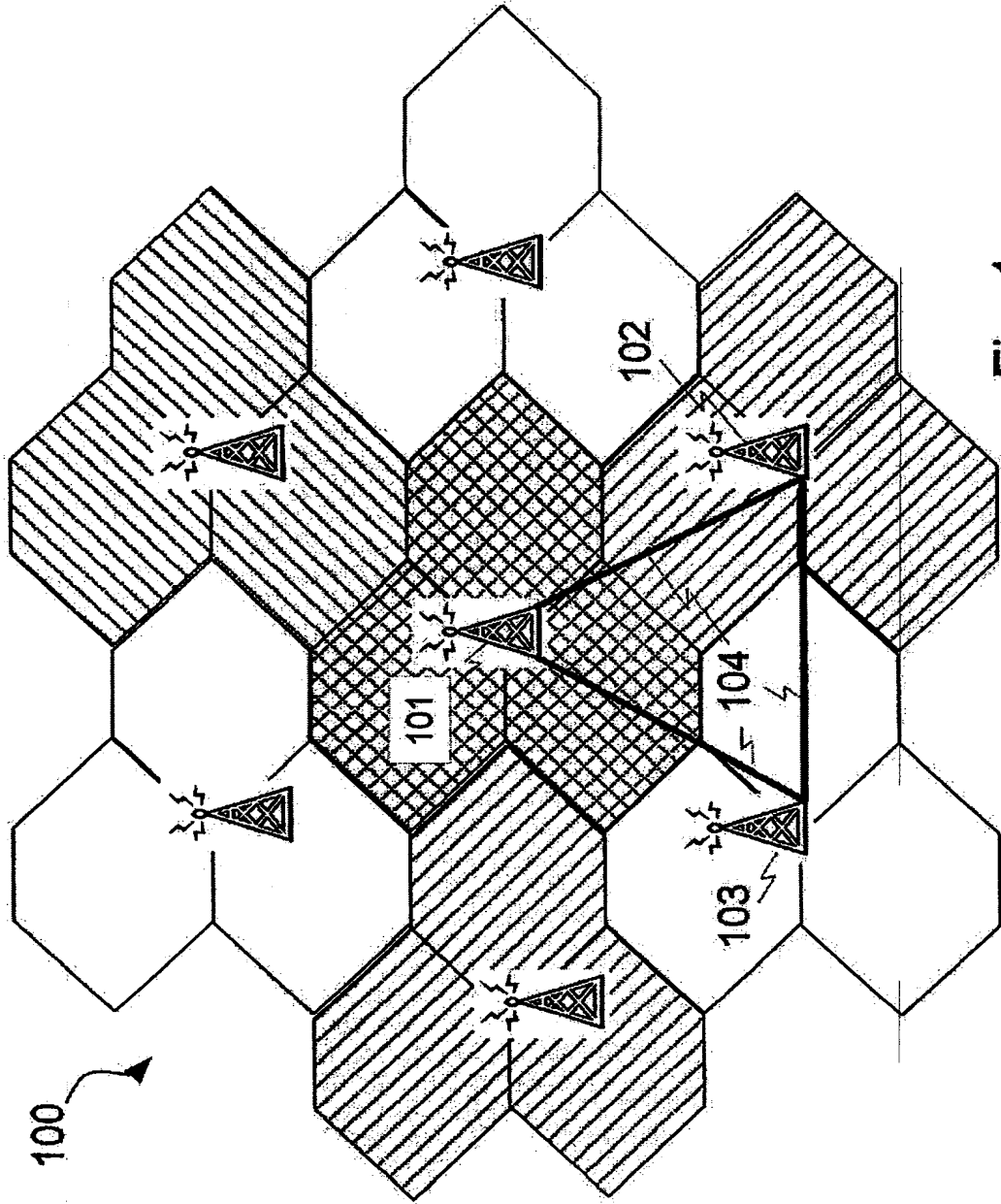


Fig. 1

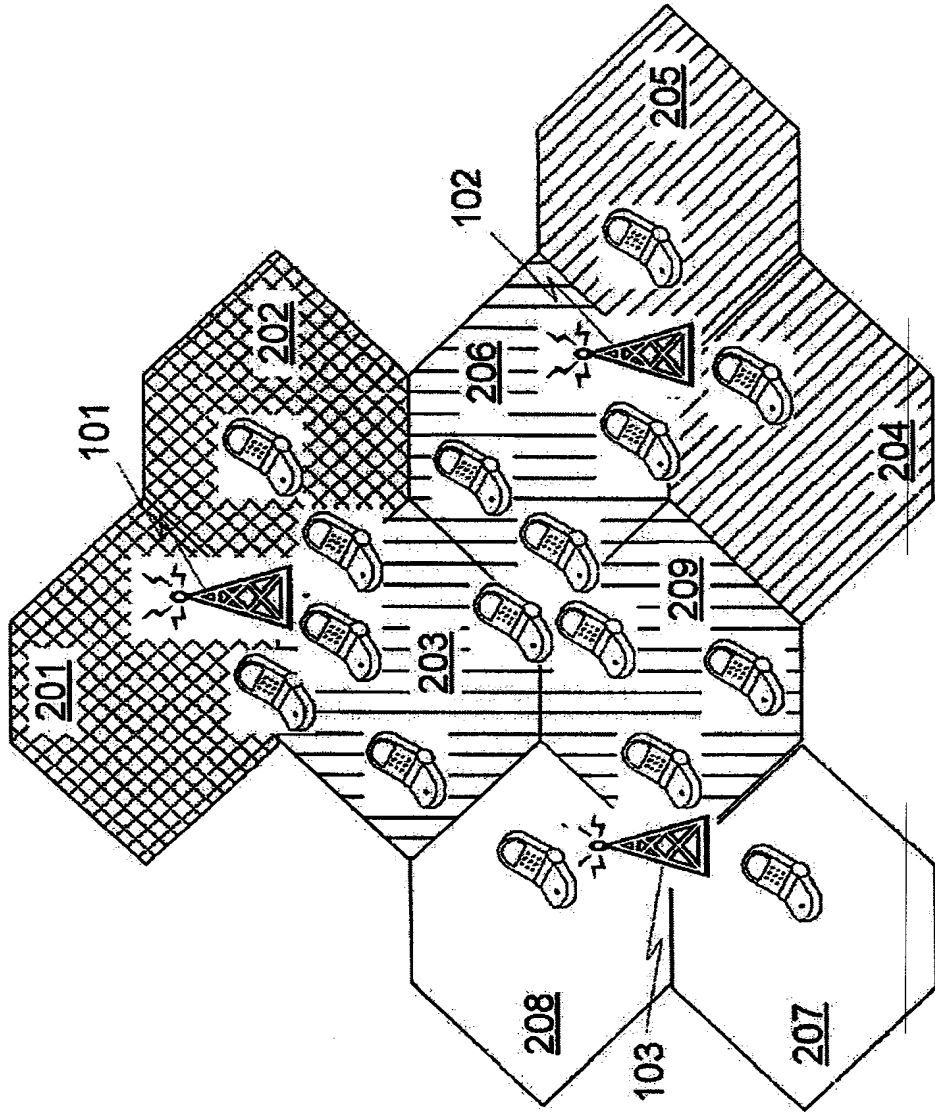


Fig. 2



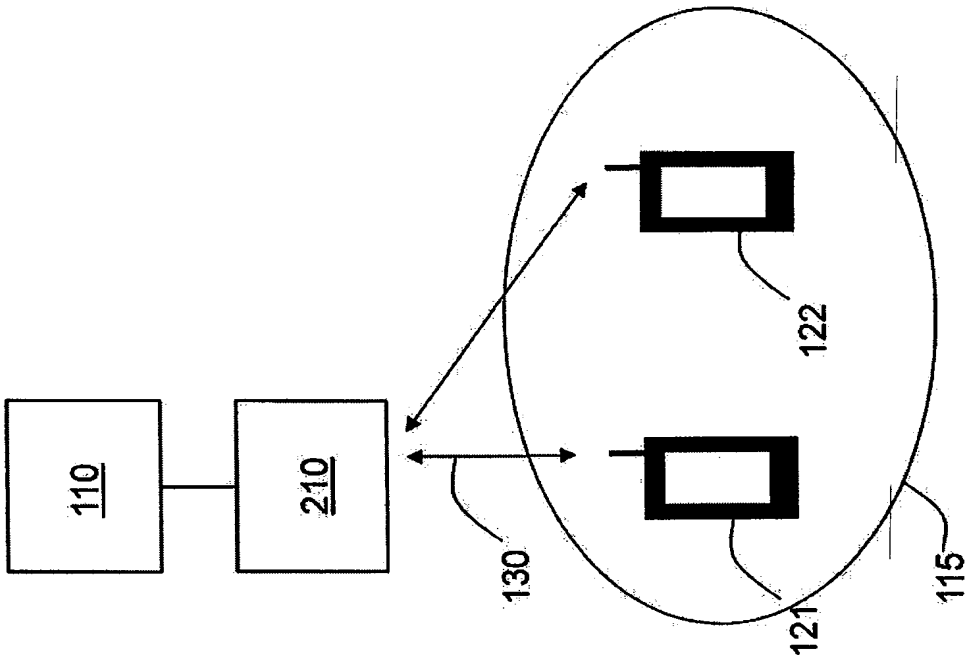


Fig. 3

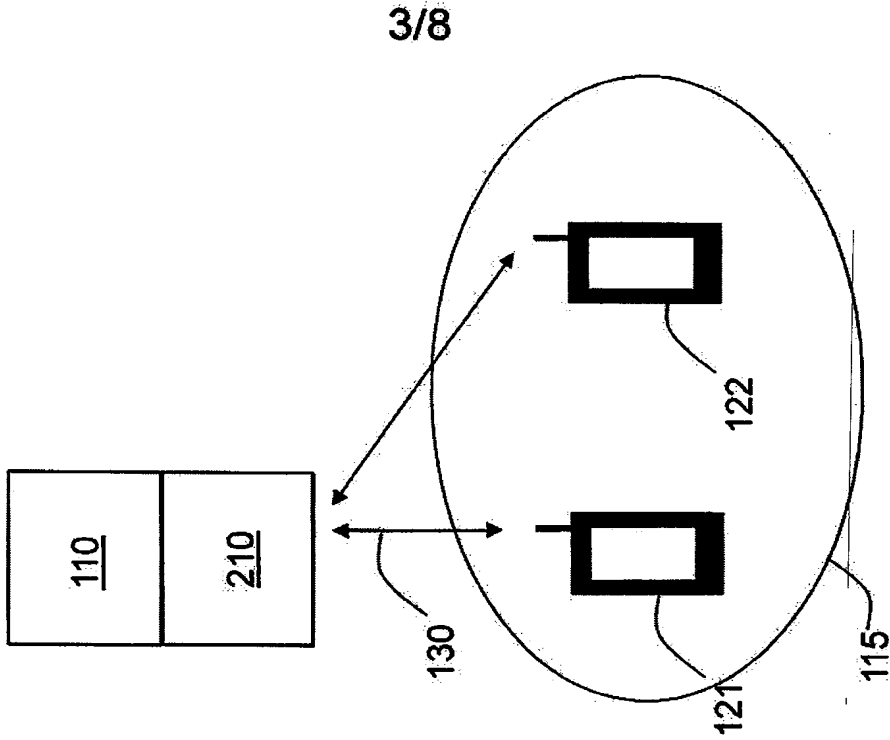


Fig. 4

4/8

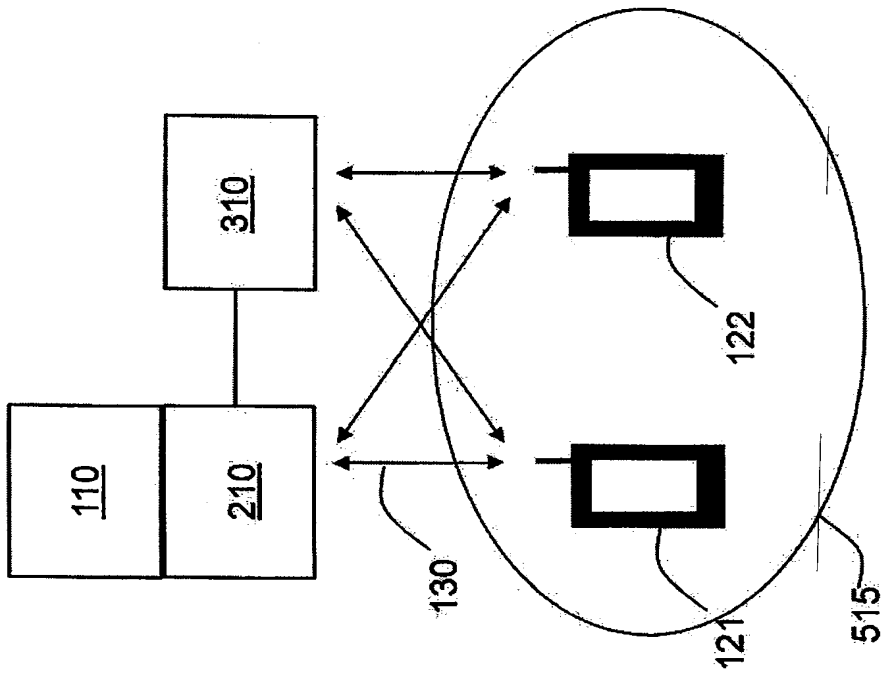


Fig. 6

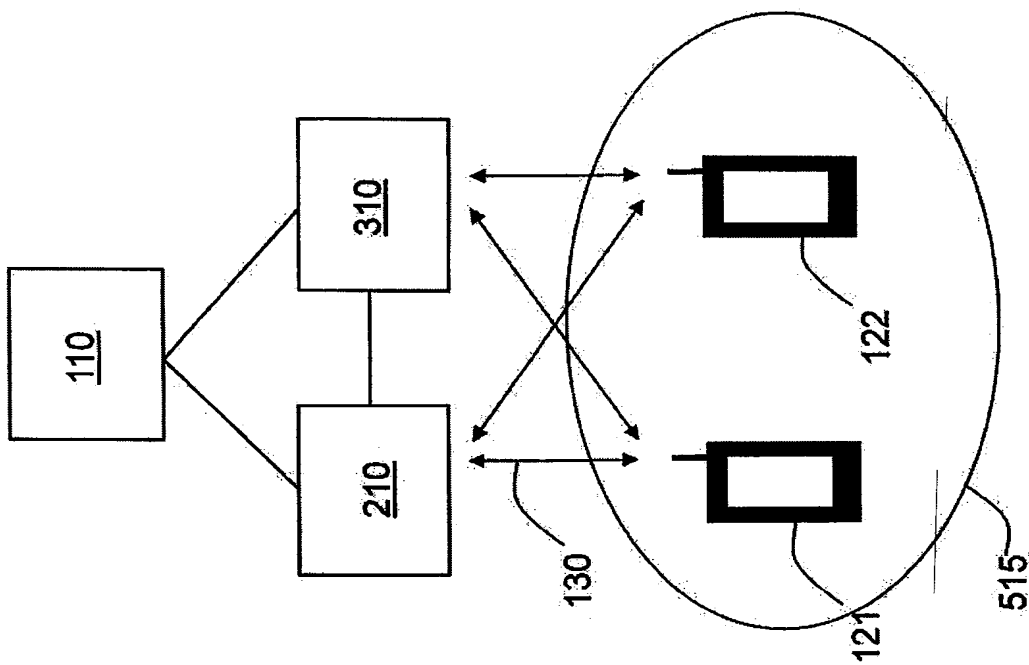


Fig. 5

5/8

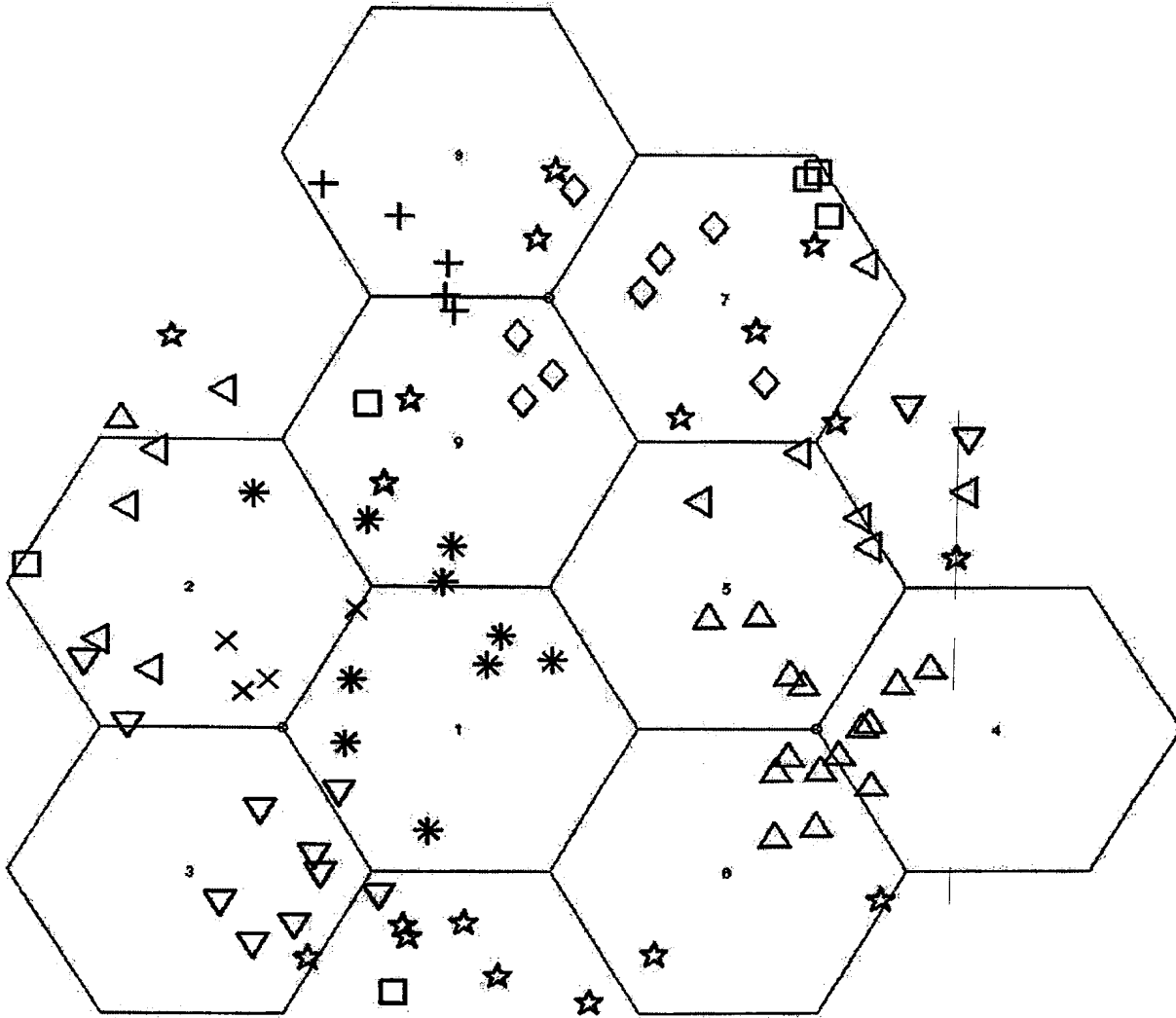


Fig. 7

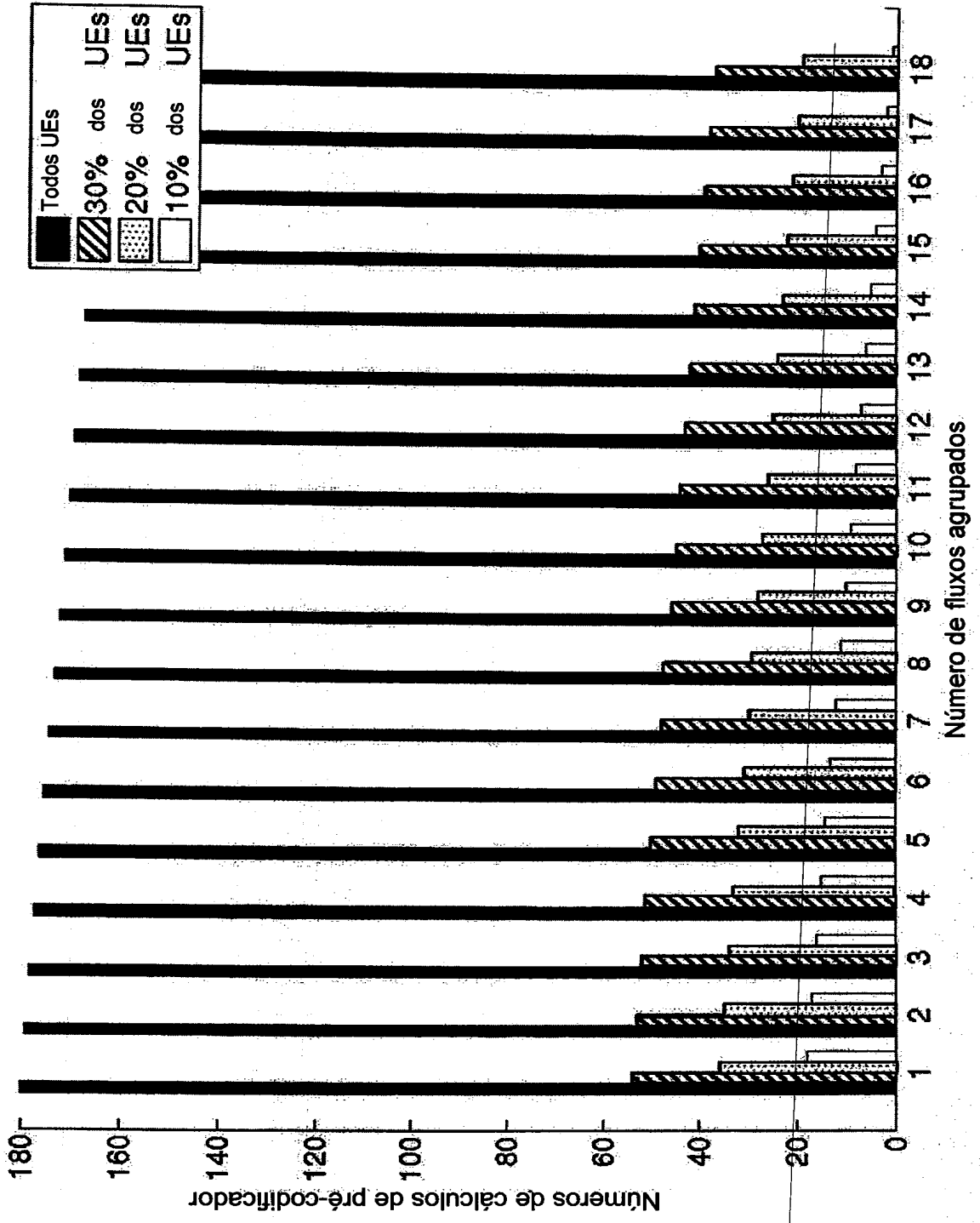


Fig. 8

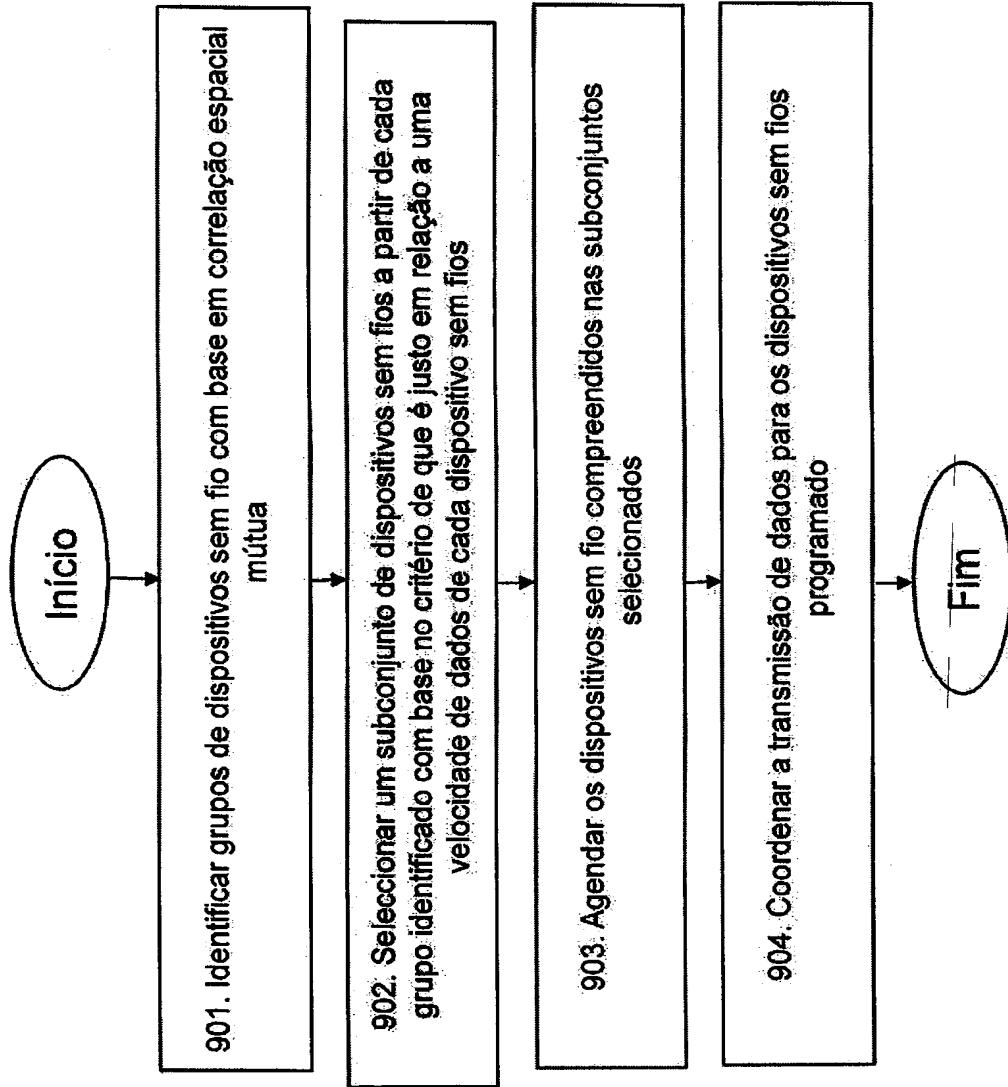


Fig. 9

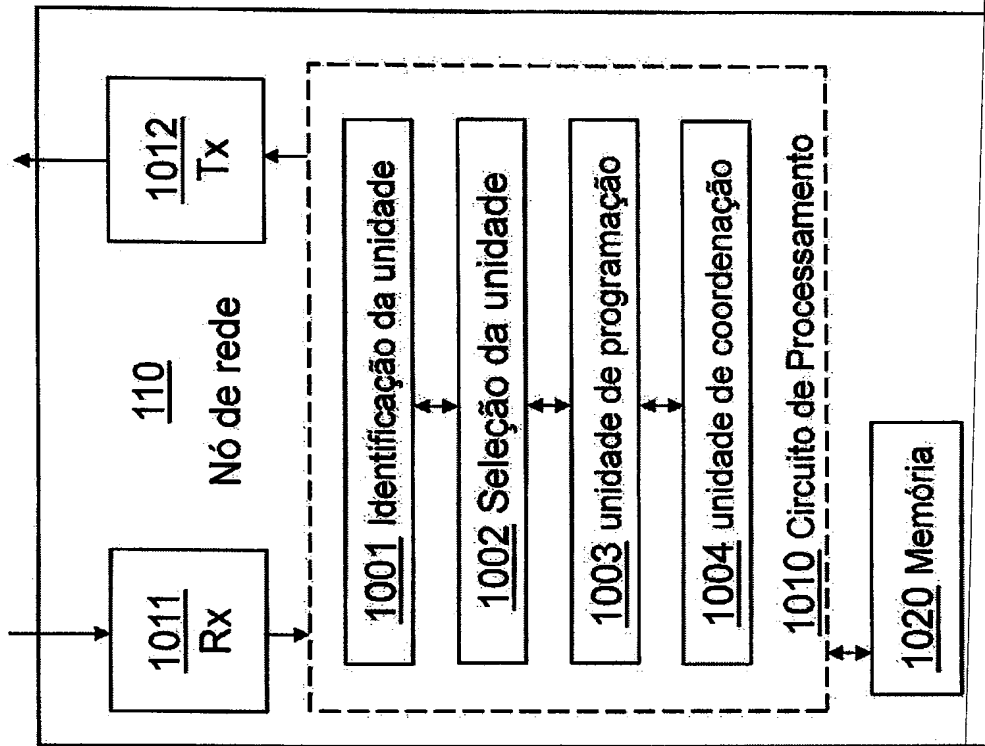


Fig. 10

RESUMO**“TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO MULTIPONTO COORDENADAS (CoMP) EM UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES SEM FIO”**

Provê-se um método em um primeiro nó de rede (110) para transmissões de dados coordenadas entre dispositivos sem fio (121, 122) e duas ou mais antenas associadas a pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) em uma rede de comunicação sem fio (100). Os dispositivos sem fio (121, 122) são servidos pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) e o pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) é configurado para executar a transmissão ou recepção de dados coordenada. Primeiro, o primeiro nó de rede (110) identifica dois ou mais grupos de dispositivos sem fio baseado na correlação espacial mútua entre os dispositivos sem fio (121, 122). Em seguida, o primeiro nó de rede (110) seleciona um subgrupo de dispositivos sem fio dos dois ou mais dos grupos de dispositivos sem fio identificados baseado em um critério que se relaciona com uma taxa de dados de cada um dos dispositivos sem fio. O primeiro nó de rede (110) então agenda dispositivos sem fio do subgrupo de dispositivos sem fio selecionado para a transmissão ou recepção de dados coordenada do pelo menos segundo e terceiro nó de rede (210, 310). O primeiro nó de rede (110) então coordena a transmissão ou recepção de dados entre as duas ou mais antenas compreendidas no pelo menos um segundo nó de rede (210, 310) e os dispositivos sem fio agendados.

Um primeiro nó de rede e um programa de computador também são providos.