



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0909654-0 B1**

**(22) Data do Depósito:** 11/03/2009

**(45) Data de Concessão:** 29/09/2020



\* B R P I 0 9 0 9 6 5 4 B 1 \*

**(54) Título:** DISPOSITIVO SEM FIO E MÉTODO

**(51) Int.Cl.:** H04B 7/06; H01Q 3/26.

**(52) CPC:** H04B 7/0617; H04B 7/0632; H04B 7/0682; H01Q 3/26.

**(30) Prioridade Unionista:** 11/03/2008 US 61/035,480; 31/10/2008 US 12/262,904.

**(73) Titular(es):** INTEL CORPORATION.

**(72) Inventor(es):** ILAN SUTSKOVER; ASSAF KASHER; QINGHUA LI; HUANING NIU.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2009036841 de 11/03/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/114631 de 17/09/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 08/09/2010

**(57) Resumo:** FORMAÇÃO DE FEIXE ITERATIVO BIDIRECIONAL. A presente invenção refere-se a técnicas de formação de feixe iterativo. Um aparelho pode incluir um dispositivo sem fio que tem um módulo de controle de antena operativo para iniciar as operações de formação de feixe utilizando um esquema de treinamento iterativo para formar par de canais de comunicações para uma rede sem fio, módulo de controle de antena para comunicar sinais de treinamento e as informações de retorno com um dispositivo em par através do transceptor e da rede de antenas faseadas utilizando os canais de taxa alta parcialmente ou totalmente formados, e iterativamente determinar os vetores de peso de rede de antenas para um padrão de feixe de transmissão direcional para rede de antenas faseadas utilizando as informações de retorno do dispositivo em par. Outras modalidades são descritas e reivindicadas.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para  
**"DISPOSITIVO SEM FIO E MÉTODO".**

**ANTECEDENTES**

[0001] Os sistemas de comunicação sem fio comunicam as informações sobre um meio de comunicação sem fio compartilhado tal como uma ou mais porções do espectro de radiofrequência (RF). As recentes inovações em comunicação de Onda Milímetro (mmWave) que operam na banda de frequência de 60 Gigahertz (GHz) prometem um rendimento de diversos Gigabits por segundo (Gbps) dentro de curtos alcances de aproximadamente 10 metros. Devido à grande atenuação de sinal e potência de transmissão limitada, muitos dispositivos de 60 GHz se basearão em redes de antenas com alto ganho de diretividade para obter a cobertura de 10 metros. Estes dispositivos utilizam técnicas para dirigir um "feixe" de uma rede de antenas de transmissor ao redor de obstáculos para encontrar o melhor percurso para uma rede de antenas de receptor, por meio disto direcionando grande parte do ganho de antena para a rede de antenas de receptor. As técnicas para descobrir e direcionar a energia entre as redes de antenas de pares de dispositivos são tipicamente referidas como "formação de feixe" ou "direcionamento de feixe" ou "pesquisa de feixe". A formação de feixe geralmente tenta dirigir um feixe de antenas em um transmissor enquanto ao mesmo tempo focalizando uma antena de receptor na direção de potência entrante do transmissor. Os protocolos de formação de feixe convencionais, no entanto, tipicamente levam uma quantidade de tempo de treinamento significativa antes de um canal de comunicação de alta velocidade final ser estabelecido entre os pares de dispositivos. Consequentemente, técnicas designadas para reduzir o excesso associado com o tempo de treinamento são desejáveis.

**BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

[0002] Figura 1 ilustra uma modalidade de um sistema de comunicações.

[0003] Figura 2 ilustra uma modalidade de uma rede sem fio.

[0004] Figura 3 ilustra uma modalidade de uma rede de antenas faseadas.

[0005] Figura 4 ilustra uma modalidade de um diagrama de estado.

[0006] Figura 5 ilustra uma modalidade de um esquema de treinamento iterativo.

[0007] Figura 6A ilustra uma modalidade de um primeiro fluxo de mensagem.

[0008] Figura 6B ilustra uma modalidade de um segundo fluxo de mensagem.

[0009] Figura 7 ilustra uma modalidade de um gráfico para ganho de formação de feixe.

[00010] Figura 8 ilustra uma modalidade de um terceiro fluxo de mensagem.

[00011] Figura 9 ilustra uma modalidade de uma rede de antenas faseadas.

[00012] Figura 10 ilustra uma modalidade de um fluxo lógico.

[00013] Figura 11 ilustra uma modalidade de um artigo de produção.

**DESCRIÇÃO DETALHADA**

[00014] Várias modalidades podem estar geralmente direcionadas a técnicas de formação de feixe iterativo bidirecional para os sistemas de comunicação sem fio. Algumas modalidades podem estar especificamente direcionadas a um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado projetado para gerar concorrentemente os canais de comunicação bidirecional entre dois ou mais dispositivos

sem fio sobre uma rede sem fio, tal como uma rede de área de vídeo sem fio de mmWave de 60 GHz (WVAN) ou uma rede de área pessoal sem fio (WPAN), por exemplo. Tais redes são algumas vezes referidas como "piconets" devido aos seus alcances de transmissão e dispositivos participantes limitados. O protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado gera um ganho de antena adicional para as transmissões de antena direcional, por meio disto permitindo que as informações de treinamento e de retorno sejam comunicadas a uma taxa de dados mais alta, resultando em um tempo de treinamento e um excesso reduzido na determinação de canais de comunicação bidirecional entre dois dispositivos sem fio.

[00015] Como a perda de percurso na banda de 60 GHz é relativamente alta e a eficiência de amplificadores de potência a 60 GHz é relativamente baixa (por exemplo, os amplificadores de potência de CMOS), uma transmissão direcional é necessária para obter a área de cobertura desejada (por exemplo, aproximadamente 10 metros). A saber, o ganho de rede de antenas tanto da formação de feixe de transmissão quanto de recepção é necessário para adquirir a razão de sinal para ruído (SNR) para comunicações de dados confiáveis. Um protocolo de formação de feixe é tipicamente utilizado para encontrar os valores de fase ótimos os quais maximizam a SNR de receptor, a potência recebida ou outros critérios.

[00016] Correntemente, existem diversos diferentes tipos de protocolos de formação de feixe para implementar as técnicas de transmissão direcional. Uma primeira técnica de transmissão direcional é referida como um escaneamento de setor. Este forma diversos feixes direcionais utilizando pesos predefinidos. Uma calibração é requerida, no entanto, de modo a formar os feixes requeridos. Outra técnica está baseada em decomposição de valor singular (SVD), a qual tipicamente não requer calibração. A SVD permite uma

transmissão sobre valores singulares selecionados pela utilização dos vetores singulares para padrões de antena. Especificamente, o vetor singular associado com o maior valor Eigen tipicamente funciona bem. Vale notar, no entanto, que de modo a selecionar os valores singulares e os vetores singulares, um dispositivo tipicamente precisa ter uma estimativa do canal MIMO inteiro, por exemplo, o canal de cada elemento de antena do transmissor para cada elemento de antena na extremidade de receptor. Apesar da técnica SVD prover um desempenho aperfeiçoado, esta necessita de informações de retorno devido à falta de reciprocidade de canal. Isto potencialmente introduz um retardo de canal na técnica de transmissão direcional de SVD.

[00017] Uma piconet tipicamente implementa dois tipos gerais de transmissões de comunicação, cada um tendo diferentes envelopes ou características de transmissão. Por exemplo, um primeiro tipo de transmissão pode ser uma transmissão direcional e um segundo tipo de transmissão pode ser uma transmissão omnidirecional. Os diferentes tipos de transmissões podem ocorrer em diferentes taxas de transmissão. Por exemplo, as transmissões direcionais podem ser executadas utilizando um canal de taxa mais alta, e o segundo tipo de transmissão pode ser executado utilizando um canal de taxa mais baixa. Em uma rede WirelessHD, por exemplo, as transmissões direcionais podem ser executadas utilizando um canal físico de taxa alta (HRP), e o segundo tipo de transmissão pode ser executado utilizando um canal físico de taxa baixa (LRP). O canal HRP pode conseguir uma taxa mais alta do que o canal LRP, em parte, através da utilização de maiores quantidades de largura de banda.

[00018] Como a localização de um dispositivo em par é desconhecida durante a inicialização, as técnicas convencionais tipicamente utilizam uma combinação de canais LRP e canais HRP para as operações de formação de feixe. Por exemplo, uma técnica

convencional utiliza um protocolo de formação de feixe para as antenas de rede faseada que está baseado em um esquema de treinamento iterativo. Em uma modalidade, por exemplo, o esquema de treinamento iterativo pode compreender um esquema de iteração de potência. Este protocolo de formação de feixe projetado para as transmissões de dados de taxa alta de uma via sobre um canal HRP, onde a conexão inversa experimenta transmissões de dados de taxa baixa sobre um canal LRP. As informações de retorno para o processo de pesquisa iterativa são transmitidas pelo canal LRP, o que desacelera dramaticamente as operações de formação de feixe. Isto pode ser aceitável para as aplicações onde as transmissões de dados de taxa alta são necessárias somente em uma direção, tal como para o tráfego de vídeo de uma fonte de mídia para um coletor de mídia. Para as aplicações onde comunicações de dados de taxa alta são necessárias em ambas as direções, tal como para computar as aplicações cêntricas, no entanto, isto introduz um retardo indesejado em operações de formação de feixe.

[00019] Para resolver estes e outros problemas, várias modalidades implementam um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado para executar as operações de formação de feixe bidirecional para reduzir o excesso de treinamento e a latência de conexão durante as operações de formação de feixe. Algumas modalidades retardam as informações de retorno até que os pesos de formação de feixe de transmissão (ou recepção) estejam treinados, e então enviam o retorno por uma conexão formada de feixe com uma taxa mais alta (por exemplo, um canal HRP). Isto pode reduzir ou eliminar a necessidade de utilizar um canal LRP para as operações de formação de feixe. Além disso, ou alternativamente, algumas modalidades intercalam as operações de formação de feixe de transmissão e de recepção para permitir a utilização de conexões

parcialmente treinadas para comunicar as informações de retorno a uma taxa de dados mais alta. Isto reduz a necessidade de utilizar um canal LRP durante as operações de formação de feixe.

[00020] Em uma modalidade, por exemplo, um dispositivo sem fio pode incluir uma rede de antenas faseadas comunicativamente acopladas a um transceptor. O dispositivo sem fio pode ainda incluir um módulo de controle de antena comunicativamente acoplado no transceptor e na rede de antenas faseadas. O módulo de controle de antena pode estar disposto para executar as operações de formação de feixe utilizando um esquema de treinamento iterativo para formar um par de canais de comunicações entre o dispositivo sem fio e um dispositivo em par. Por exemplo, o módulo de controle de antena pode estar disposto para comunicar os sinais de treinamento e as informações de retorno com o dispositivo em par através do transceptor e da rede de antenas faseadas. A informação é comunicada utilizando quase exclusivamente os canais de taxa alta, ou através de utilização parcial de canais de taxa baixa para a preparação de autocarregador dos canais de taxa alta. Isto reduz o tempo de treinamento para os dispositivos. O módulo de controle de antena determina iterativamente os vetores de peso de rede de antenas (AWVs) para um padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas utilizando as informações de retorno do dispositivo em par. Uma vez treinados os dispositivos sem fio podem ser utilizados para as comunicações de dados bidirecionais de alta velocidade.

[00021] Além disso, ou alternativamente, o módulo de controle de antena de um dispositivo sem fio pode iniciar as operações de formação de feixe bidirecional utilizando um esquema de treinamento iterativo para formar um par de canais de comunicação para uma rede sem fio. O módulo de controle de antena pode estar disposto para

intercalar as operações de formação de feixe de transmissão e de recepção para um primeiro dispositivo sem fio e um segundo dispositivo sem fio para permitir que as informações de retorno recebidas pelo primeiro dispositivo sem fio do segundo dispositivo sem fio sejam comunicadas por um canal de dados de taxa mais alta (por exemplo, um canal HRP).

[00022] Os dispositivos sem fio aqui descritos podem coordenar as operações entre os mesmos. A coordenação pode envolver a troca de informações unidirecional ou bidirecional. Em algumas modalidades, as informações podem ser implementadas como sinais. Por exemplo, as informações de treinamento podem compreender sinais ou sequências de treinamento. Modalidades adicionais, no entanto, podem alternativamente empregar as mensagens de dados. Os termos "informações de treinamento" e "informações de retorno" pretendem incluir tanto os sinais quanto as mensagens de dados, dependendo de uma dada implementação. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00023] As modalidades do protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado proveem diversas vantagens sobre as técnicas de formação de feixe convencionais. Por exemplo, o protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado treina ambas as direções da conexão de comunicações, permitindo um processo mais estruturado antes de uma operação bidirecional que é mais assimétrica, tal como em um ambiente PC. Isto provê um desempenho superior em relação aos protocolos de formação de feixe convencionais que permitem ao receptor da transmissão de taxa alta responder (por exemplo, ACKs, etc.) em uma camada física dedicada de taxa baixa (PHY) que pode não requerer treinamento da conexão inversa. Em outro exemplo, o protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado explora os recursos mais eficientemente. O retorno provido durante cada iteração



está baseado em redes de antena parcialmente treinadas. Em ainda outro exemplo, um dispositivo de escuta externa pode identificar as transmissões de ambas as extremidades da conexão. Esta situação é benéfica quando uma estação independente deseja avaliar a quantidade de interferência que esta está para sofrer da conexão considerada. Se somente um lado da conexão fizer a transmissão, no entanto, então a estação tem o conhecimento sobre a interferência somente sobre a conexão direta e não sobre a conexão inversa. Estes são somente uns poucos exemplos das vantagens providas pelo protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado, e pode ser apreciado que muitas outras vantagens existem também.

[00024] A figura 1 ilustra um diagrama de blocos de uma modalidade de um sistema de comunicações 100. Em várias modalidades, o sistema de comunicações 100 pode compreender múltiplos nodos. Um nodo geralmente pode compreender qualquer entidade física ou lógica para comunicar as informações no sistema de comunicações 100 e pode ser implementado como hardware, software, ou qualquer combinação dos mesmos, conforme desejado para um dado conjunto de parâmetros de projeto ou restrições de desempenho. Apesar da figura 1 poder mostrar um número limitado de nodos como exemplo, pode ser apreciado que mais ou menos nodos podem ser empregados para uma dada implementação.

[00025] Em várias modalidades, o sistema de comunicações 100 pode compreender, ou formar parte de um sistema de comunicações com fio, um sistema de comunicações sem fio, ou uma combinação de ambos. Por exemplo, o sistema de comunicações 100 pode incluir um ou mais nodos dispostos para comunicar as informações sobre um ou mais tipos de conexões de comunicação com fio. Exemplos de uma conexão de comunicação com fio podem incluir, sem limitação, um fio, um cabo, um barramento, uma placa de circuito impresso (PCB), uma

conexão de Ethernet, uma conexão de ponto a ponto (P2P), um chassi, uma matriz de comutação, um material semicondutor, um fio de par torcido, um cabo coaxial, uma conexão de fibra ótica, e assim por diante. O sistema de comunicações 100 também pode incluir um ou mais nodos dispostos para comunicar as informações sobre um ou mais tipos de conexões de comunicação sem fio. Exemplos de uma conexão de comunicação sem fio podem incluir, sem limitação, um canal de rádio, um canal infravermelho, um canal de radiofrequência (RF), um canal de Fidelidade Sem Fio (WiFi), uma porção do espectro de RF, e/ou uma ou mais bandas licenciadas ou livres de licença.

[00026] O sistema de comunicações 100 pode comunicar as informações de acordo com um ou mais padrões como promulgados por uma organização de padrões. Em uma modalidade, por exemplo, vários dispositivos que compreendem uma parte do sistema de comunicações 100 podem estar dispostos para operar de acordo com uma ou mais das especificações WirelessHD™, padrões ou variantes, tal como a Especificação WirelessHD, Revisão 1.0d7, 01 de Dezembro de 2007, e sua progênie como promulgado por WirelessHD, LLC (coletivamente referida como a "Especificação de WirelessHD"). A especificação de WirelessHD define uma interface de rede digital sem fio de próxima geração para produtos eletrônicos de consumidor. Especificamente, as Especificações de WirelessHD permitem uma conectividade sem fio para um fluxo contínuo de conteúdo de alta definição entre vários dispositivos sem fio, tal como um dispositivo de origem e displays de alta definição. A especificação de WirelessHD define um protocolo sem fio que permite a criação de uma WVAN. Em uma instanciação corrente da Especificação de WirelessHD, o MAC e a PHY são definidos para suportar o fornecimento sem fio de áudio e vídeo de alta definição não comprimidos e formatos até 1080 p a 60 Hertz (Hz) com uma cor de 24 bits a uma faixa que é tipicamente de

pelo menos 10 metros. Além disso, o fornecimento de fluxos e dados de áudio / visual (AV) comprimidos é também suportado em uma faixa similar. Uma subcamada de adaptação permite uma preparação de rede e de serviço suportando a autenticação, dispositivo avançado e controle de conexão.

[00027] Apesar de algumas modalidades poderem ser descritas com referência à Especificação de WirelessHD como exemplo, pode ser apreciado que as técnicas aqui descritas podem também ser implementadas para outros padrões sem fio como promulgado por outras organizações de padrões também, tal como a International Telecommunications Union (ITU), a International Organization for Standardization (ISO), a International Electrotechnical Commission (IEC), o Institute of Electrical and Electronics Engineers (informação IEEE), a Internet Engineering Task Force (IETF), e assim por diante. Em várias modalidades, por exemplo, o sistema de comunicações 100 pode comunicar as informações de acordo com um ou mais padrões IEEE 802.11 para as redes de área local sem fio (WLANs) tal como o padrão de informações IEEE 802.11 (Edição 1999, Information Technology Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements, Part 11: Especificação de Controle de Acesso de Meio (MAC) e Camada Física (PHY) de WLAN), sua progênie e suplementos a estes (por exemplo, 802.11a, b, g/h, j, n, VHT SG, e variantes); IEEE 802.15.3 e variantes; padrões IEEE 802.16 para WMAN incluindo o padrão IEEE 802.16 tal como 802.16-2004, 802.16.2-2004, 802.16e-2005, 802.16f, e variações; progênie e variantes de WirelessHD de próxima geração (NGmS); progênie e variantes de European Computer Manufacturers Association (ECMA) TG20; e outros padrões de rede sem fio. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00028] O sistema de comunicações 100 pode comunicar, gerenciar, ou processar as informações de acordo com um ou mais protocolos. Um protocolo pode compreender um conjunto de regras ou instruções predefinidas para gerenciar a comunicação entre os nodos. Em várias modalidades, por exemplo, o sistema de comunicações 100 pode empregar um ou mais protocolos tal como um protocolo de formação de feixe, um protocolo de controle de acesso de meio (MAC), um Protocolo de Convergência de Camada Física (PLCP), um Protocolo de Gerenciamento de Rede Simples (SNMP), um protocolo de Modo de Transferência Assíncrono (ATM), um protocolo de Transferência de Quadro, um protocolo de Arquitetura de Rede de Sistemas (SNA), um Protocolo de Controle de Transporte (TCP), um Protocolo de Internet (IP), TCP/IP.X.25, Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP), um Protocolo de Datagrama de Usuário (UDP), e assim por diante.

[00029] O sistema de comunicações 100 também pode estar disposto para operar de acordo com os padrões e/ou protocolos para um processamento de mídia. Exemplos de padrões de processamento de mídia incluem, sem limitação, os padrões de Televisão de Alta Definição (HDTV) como definidos pelo Setor de Radiocomunicação ITU (ITU-R), tal como a Recomendação BT.709-5. Parameter Values for the HDTV Standards For Production and International Programme Exchange, publicado em Abril de 2002, o padrão de transmissão Transmissão Terrestre de Vídeo Digital (DVB-T), o padrão ITU/IEC H.263, Codificação de Vídeo Para Comunicação de Baixa Taxa de Bits, Recomendação ITU-T H.263v3, publicado em Novembro de 200 e/ou o padrão ITU-IEC H.264, Codificação de Vídeo Para Comunicação de Taxa de Bits Muito Baixa, Recomendação ITU-T H.264, publicado em Maio de 2003, padrões Motion Picture Experts Group (MPEG) (por exemplo, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4), e/ou

padrões de Rede de Área Local de Rádio de alto desempenho (HiperLAN). Exemplos de protocolos de processamento de mídia incluem, sem limitação, o Protocolo de Descrição de Seção (SDP), o Protocolo de Fluxo Contínuo em Tempo Real (RTSP), o Protocolo de Transporte em Tempo Real (RTP), o protocolo de Linguagem de Integração de Multimídia Sincronizada (SMIL), e/ou protocolo de Aliança de Mídia de Fluxo Contínuo de Internet (ISMA). As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00030] Como mostrado na figura 1, o sistema de comunicações 100 pode compreender um nodo transmissor 102 acoplado a uma pluralidade de nodos receptores 104-1- $n$ , em que  $n$  pode representar qualquer valor inteiro positivo. Em várias modalidades, o nodo transmissor 102 e a pluralidade de nodos receptores 104-1- $n$  podem ser implementados em vários tipos de dispositivos sem fio. Exemplos de dispositivos sem fio podem incluir, sem limitação, um controlador de piconet (PCN) IEEE 802.15.3, um controlador, um Conjunto de Serviços Básicos Privados (PBSS) IEEE 802.11, um Ponto de Controle (PCB), um coordenador, uma estação, uma estação de assinante, uma estação de base, um ponto de acesso sem fio (AP), um dispositivo de cliente sem fio, uma estação sem fio (STA), um computador laptop, um computador ultra-laptop, um computador portátil, um computador pessoal (PC), um PC notebook, um computador manual, um assistente digital pessoal (PDA), um telefone celular, uma combinação de telefone celular / PDA, um smartphone, um pager, um dispositivo de mensagens, um reprodutor de mídia, um reprodutor de música digital, um conversor de frequência (STB), um aparelho, uma estação de trabalho, um terminal de usuário, uma unidade móvel, uma eletrônica de consumo, uma televisão, uma televisão digital, uma televisão de alta definição, um receptor de televisão, um receptor de televisão de alta definição, e assim por diante. Em tais modalidades, o nodo

transmissor 102 e os nodos receptores 104-1- $n$  podem compreender uma ou mais interfaces e/ou componentes sem fio para uma comunicação sem fio tais como um ou mais transmissores, receptores, transceptores, chipsets, amplificadores, filtros, lógica de controle, cartões de interface de rede (NICs), antenas, redes de antenas, e assim por diante. Exemplos de uma antena podem incluir, sem limitação, uma antena interna, uma antena omnidirecional, uma antena monopolo, uma antena dipolo, uma antena de alimentação de extremidade, uma antena circularmente polarizada, uma antena de microtira, uma antena de diversidade, uma antena dupla, uma rede de antenas, e assim por diante. Em uma modalidade, certos dispositivos podem incluir redes de antenas de múltiplas antenas para implementar várias técnicas de antena adaptáveis e técnicas de diversidade espacial. Algumas modalidades para um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado estão discutidas no contexto de utilização de redes de antenas faseadas. O protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado pode ser utilizado com qualquer tipo de antena que tenha uma necessidade de informações de retorno, e as modalidades não estão limitadas neste aspecto. Por exemplo, apesar de alguns aspectos de um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado serem projetados para permitir uma rede de antenas faseadas em ambas as extremidades da conexão, uma antena de setor comutado (por exemplo, uma antena com poucas direções predefinidas que podem mudar de uma direção para outra) pode ainda utilizar este protocolo.

[00031] Para propósitos de ilustração e não limitação, exemplos para um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado podem ser dados com referência a redes, protocolos e dispositivos WirelessHD. Pode ser apreciado, no entanto, que um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado pode ser implementado com

outros tipos de redes, protocolos e dispositivos. Por exemplo, um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado pode ser implementado para uma rede, protocolo ou dispositivos de NGmS, e ainda cair dentro do escopo pretendido das modalidades. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00032] Em várias modalidades, o nodo transmissor 102 e os nodos receptores 104-1-*n* podem compreender ou formar parte de uma rede sem fio 106. Em uma modalidade, por exemplo, a rede sem fio 106 pode compreender uma WVAN como definido pela Especificação WirelessHD. No contexto de uma WVAN, ambos os nodos 102, 104 podem ser implementados como dispositivos em conformidade com WirelessHD. Em uma WVAN, o nodo transmissor 102 pode estar comunicativamente acoplado a um ou mais nodos receptores 104-1-*n*. De acordo com a Especificação WirelessHD e nomenclatura, um ou ambos os nodos 102, 104 podem estar implementados como um coordenador ou uma estação. Um coordenador é normalmente, mas nem sempre, um dispositivo que é um coletor para as informações de mídia (por exemplo, dados de áudio ou de vídeo). O coordenador tipicamente inclui um display, e em alguns casos um dispositivo de armazenamento de mídia tal como um gravador de vídeo pessoal (PVR), um servidor de mídia, ou um STB. Uma estação pode compreender um dispositivo que ou tem informações de mídia que este pode originar ou coletar, potencialmente ao mesmo tempo.

[00033] Apesar de algumas modalidades poderem ser descritas com a rede sem fio 106 implementada como uma rede WVAN para propósitos de ilustração, e não limitação, pode ser apreciado que as modalidades não estão limitadas neste contexto. Por exemplo, a rede sem fio 106 pode compreender ou ser implementada como vários tipos de redes sem fio e protocolos associados adequados para uma WPAN, uma Rede de Área Local Sem Fio (WLAN), uma Rede de Área

Metropolitana Sem Fio, uma Rede de Área Ampla Sem Fio (WWAN), uma rede de Acesso Sem Fio de Banda Larga (BWA), uma rede de rádio, uma rede de televisão, uma rede de satélite tal como uma rede de satélite de transmissão direta (DBS), e/ou qualquer outra rede de comunicações sem fio configurada para operar de acordo com as modalidades descritas.

[00034] Como mostrado na modalidade da figura 1, o nodo transmissor 102 pode estar acoplado aos nodos receptores 104-1- $n$  por conexões de comunicação sem fio 108- $n$ . Uma conexão de comunicação sem fio específica (por exemplo, a conexão de comunicação sem fio 108-1) pode ser disposta para estabelecer uma ou mais conexões comuns ou dedicadas entre o nodo transmissor 102 e um nodo receptor específico (por exemplo, o nodo receptor 104-1). Em várias modalidades, uma conexão de comunicação sem fio específica (por exemplo, a conexão de comunicação sem fio 108-1) pode incluir múltiplos canais virtuais, com cada um dos canais virtuais compreendendo uma conexão lógica de ponto a ponto do nodo transmissor 102 para um nodo receptor específico (por exemplo, o nodo receptor 104-1). Em várias implementações, múltiplos canais virtuais podem compartilhar um canal físico, com cada canal virtual compreendendo recursos dedicados ou largura de banda da conexão física.

[00035] Em várias modalidades, os nodos 102, 104 podem comunicar utilizando um componente de camada física (PHY), tal como um PHY de taxa alta (HRP). Em uma modalidade, por exemplo, o HRP suporta um rendimento de múltiplos Gb/s a uma distância de aproximadamente 10 metros através de uma tecnologia de antena adaptável. Devido a isto, o padrão de antena utilizado para o HRP é altamente direcional. O HRP é otimizado para o fornecimento de vídeo de alta definição não comprimido, apesar de outros dados poderem



ser comunicados utilizando o HRP. Para suportar múltiplas resoluções de vídeo, o HRP tem mais do que uma taxa de dados definida. O HRP carrega dados isócronos tais como áudio e vídeo, dados assíncronos, comandos de MAC, informações de formação de feixe de antena, e dados de controle de camada mais alta para os dispositivos de A/V. Pode ser apreciado que a utilização de HRP e LRP é para os dispositivos de WirelessHD, e outros tipos de PHY podem ser utilizados para outros tipos de dispositivos. Com relação ao protocolo de NGmS, por exemplo, o PHY de taxa alta pode ser referido como o PHY de OFDM ou o SC PHY dependendo do tipo de modulação, enquanto que o PHY de taxa baixa é denominado um PHY DE CONTROLE ou um MCS do SC PHY. No último caso, as transmissões de taxa baixa serão baseadas em largura de banda larga com um ganho de processamento significativo que torna a transmissão mais robusta. Outros tipos de PHYs de taxa alta e taxa baixa podem ser utilizados para diferentes tipos de dispositivos, e as modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00036] Em várias modalidades, os nodos 102, 104 podem também comunicar utilizando um PHY de taxa baixa (LRP). O LRP é uma conexão bidirecional de múltiplos Mb/s que também provê um alcance relativamente curto (por exemplo, 10 metros). Uma ou mais taxas de dados são definidas para o LRP, com as taxas de dados mais baixas tendo uma cobertura quase omnidirecional enquanto que as taxas de dados mais altas são direcionais, apesar disto não ser necessariamente limitante. Por exemplo, algumas disposições podem utilizar taxas de dados mais altas de LRP em transmissões quase omnidirecionais. Como o LRP tem modos quase omnidirecionais, este pode ser utilizado tanto para as conexões de unidifusão e difusão. Mais ainda, como todas as estações suportam o LRP, este pode ser utilizado para as conexões de estação para estação para os

dispositivos de WirelessHD, apesar disto não ser possível para os dispositivos de NGmS. O LRP suporta múltiplas taxas de dados, incluindo os modos direcionais, e é utilizado para carregar dados isócronos de taxa baixa tais como áudio, dados assíncronos de taxa baixa, comandos de MAC que incluem a sinalização, confirmações para os pacotes HRP, as informações de formação de feixe de antenas, as informações de capacidade, e os dados de controle de camada mais alta para os dispositivos de A/V.

[00037] Em alguns casos (não todos) o HRP e o LRP podem operar em bandas de frequência sobrepostas e assim estes são coordenados pelo MAC. O esquema de acesso de mídia pode incluir um formato de acesso múltiplo de divisão de tempo (TDMA), um formato de acesso múltiplo de divisão de frequência (FDMA), um formato de TDMA/FDMA, um acesso múltiplo de divisão de código (CDMA), um formato de CDMA de banda larga (WCDMA), um formato de acesso múltiplo de divisão de frequência ortogonal (OFDMA), e assim por diante. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00038] A WVAN tipicamente suporta dois tipos de dispositivos. Em uma modalidade, por exemplo, uma WVAN pode suportar um coordenador e uma estação. O coordenador controla o tempo na piconet, mantém o acompanhamento dos membros da WVAN, é capaz de transmitir e receber utilizando o LRP, e pode ser capaz de transmitir os dados utilizando o HRP, e pode ser capaz de receber os dados utilizando o HRP. Uma estação é capaz de transmitir e receber utilizando o LRP, pode iniciar as conexões de fluxo contínuo, pode ser capaz de transmitir os dados utilizando o HRP, e pode ser capaz de receber os dados utilizando o HRP. Uma estação pode ser capaz de atuar como um coordenador na WVAN. Tal estação é referida como sendo capaz de coordenador.

[00039] Além das duas personalidades de MAC de coordenador e

de estação, cada dispositivo em uma WVAN de WirelessHD terá uma de quatro capacidades de PHY diferentes como mostrado na tabela 1 como segue:

**TABELA 1**

| PPHY  | Descrição                                                                                    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| HHR0  | Um dispositivo que não é capaz ou de receber ou de transmitir utilizando o HRP               |
| HHRX  | Um dispositivo que é capaz de receber no HRP, mas não é capaz de transmitir utilizando o HRP |
| HHRTX | Um dispositivo que é capaz de transmitir no HRP, mas não é capaz de receber utilizando o HRP |
| HHRTP | Um dispositivo que é capaz tanto de transmitir quanto de receber utilizando o HRP            |

[00040] Todos os dispositivos em conformidade com WirelessHD são capazes de transmitir e receber utilizando o LRP. Tanto o HRP quanto o LRP podem prover múltiplas taxas de dados, como especificado na Especificação WirelessHD.

[00041] Em várias modalidades, o nodo transmissor 102 e o nodo receptor 104-1-*n* podem estar dispostos para comunicar vários tipos de informações de mídia em múltiplos quadros de comunicação. Os vários tipos de informações de mídia podem incluir informações de imagem, informações de áudio, informações de vídeo, informações de AV, e/ou outros dados providos da fonte de mídia 108. Em várias modalidades, as informações podem estar associadas a uma ou mais imagens, arquivos de imagem, grupos de imagem, figuras, fotografias digitais, arquivos de música, arquivos de som, informações de voz, vídeos, videoclipes, arquivos de vídeo, sequências de vídeo, alimentações de vídeo, fluxos de vídeo, filmes, programação de transmissão, sinais de televisão, páginas da Web, interfaces de usuário, gráficos, informações textuais (por exemplo, chaves de

criptografia, números de série, mensagens de e-mail, mensagens de texto, mensagens instantâneas, listas de contatos, números telefônicos, listas de tarefas, entradas de calendário, hiperlinks), informações numéricas, informações alfanuméricas, símbolos de caracteres, e assim por diante. As informações também podem incluir informações de comando, informações de controle, informações de roteamento, informações de processamento, informações de arquivo de sistema, informações de biblioteca de sistema, software (por exemplo, software de sistema de operação, software de sistema de arquivo, software de aplicação, software de jogo), firmware, uma interface de programação de aplicação (API), um programa, um applet, uma sub-rotina, um conjunto de instruções, uma instrução, um código de computação, uma lógica, palavras, valores, símbolos, e assim por diante.

[00042] O nodo transmissor 102 pode estar disposto para receber um conteúdo de mídia de um nodo de fonte de mídia 110 para ser unidifundido e/ou multidifundido para um ou mais nodos receptores 104-1-*n*. Em várias modalidades, o nodo transmissor 102 pode estar disposto para receber o conteúdo de mídia do nodo de fonte 110. O nodo de fonte de mídia 110 geralmente pode compreender qualquer fonte de mídia capaz de fornecer um conteúdo de mídia estático ou dinâmico para o nodo transmissor 102. Em uma modalidade, por exemplo, o nodo de fonte de mídia 110 pode compreender um servidor de multimídia disposto para prover um conteúdo de transmissão ou de mídia de fluxo contínuo para o nodo transmissor 102. Em algumas implementações, o nodo de fonte de mídia 110 pode formar parte de um sistema de distribuição de mídia (DS) ou um sistema de transmissão tal como um sistema de transmissão pelo ar (OTA), um sistema de transmissão de rádio, um sistema de transmissão de televisão, um sistema de transmissão de satélite, e assim por diante.

Em algumas implementações, o nodo de fonte de mídia 110 pode estar disposto para fornecer um conteúdo de mídia pré-gravado e armazenado em vários formatos para utilização por um dispositivo tal como um dispositivo de Disco Versátil Digital (DVD), um dispositivo de Sistema Doméstico de Vídeo (VHS), um dispositivo de VHS digital, uma câmera digital, uma câmera de vídeo, um reproduutor de mídia portátil, um dispositivo de jogos, e assim por diante.

[00043] Como mostrado na modalidade da figura 1, por exemplo, o nodo transmissor 102 pode estar acoplado no nodo de fonte de mídia 110 através de um meio de comunicação 112. O meio de comunicação 112 geralmente pode compreender qualquer meio capaz de carregar sinais de informações tal como uma conexão de comunicação com fio, uma conexão de comunicação sem fio, ou uma combinação de ambas, conforme desejado para uma dada implementação. Em várias modalidades, o meio de comunicação 112 pode compreender uma conexão de comunicação com fio como uma Ethernet com fio e/ou uma conexão P2P, por exemplo. Em tais modalidades, as informações podem ser comunicadas sobre o meio de comunicação 112 de acordo com as informações IEEE 802.3, e o nodo transmissor 102 pode receber um conteúdo de mídia do nodo de fonte de mídia 110 substancialmente livre de perdas.

[00044] Apesar de algumas modalidades poderem ser descritas com o meio de comunicação 112 implementado como uma Ethernet com fio e/ou uma conexão P2P para propósitos de ilustração, e não limitação, pode ser apreciado que as modalidades não estão limitadas neste contexto. Por exemplo, o meio de comunicação 112 entre o nodo transmissor 102 e o nodo de fonte 110 pode compreender vários tipos de mídias de comunicação com fio e/ou sem fio e, em alguns casos, pode atravessar uma ou mais redes entre tais dispositivos.

[00045] O nodo transmissor 102 pode estar disposto para

armazenar o conteúdo de mídia e analisar ou fragmentar o conteúdo de mídia em quadros de comunicação para uma transmissão de unidifusão ou de multidifusão para os nodos receptores 104-1-*n*. Em algumas implementações, o nodo transmissor 102 pode estar disposto para analisar ou fragmentar o conteúdo de mídia recebido conforme este é lido para um armazenamento temporário. Em algumas modalidades, o conteúdo de mídia provido para o nodo transmissor 102 pode ser fornecido como um ou mais quadros de mídia. Cada quadro de mídia pode compreender um conjunto de dados discretos que tem um comprimento fixo ou variável, e pode ser representado em termos de bits ou bytes tal como 16 kilobytes (kB), por exemplo. Pode ser apreciado que as modalidades descritas são aplicáveis a vários tipos de conteúdo ou formatos de comunicação, tais como quadros, pacotes, fragmentos, células, unidades, e assim por diante.

[00046] Em várias modalidades, o nodo transmissor 102 pode estar disposto para criar uma sequência de quadros de mídia a serem transmitidos sobre uma ou mais das conexões de comunicação sem fio 108-1-*n*. Cada quadro de mídia pode compreender um conjunto de dados discretos que tem comprimentos fixos ou variáveis, e pode ser representado em termos de bits ou bytes. Enquanto multidifundindo, cada quadro de mídia pode conter um endereço de destino que compreende um endereço de grupo que corresponde a múltiplos receptores pretendidos, tais como os nodos receptores 104-1-*n*. Em algumas modalidades, o endereço de destino pode referir a todos os nodos receptores 104-1-*n* dentro da rede sem fio 106.

[00047] A figura 2 ilustra um diagrama de blocos de uma modalidade de uma rede sem fio 200. Para facilidade de ilustração, e não limitação, a rede sem fio 200 apresenta um número limitado de nodos como exemplo. Pode ser apreciado que mais nodos podem ser empregados para uma dada implementação.

[00048] Como mostrado, a rede sem fio 200 pode compreender um dispositivo sem fio 202 acoplado a um dispositivo sem fio 204. Em várias modalidades, o sistema de comunicações sem fio 200 pode compreender ou ser implementado por um ou mais elementos do sistema de comunicações 100 da figura 1, tais como a rede sem fio 100, o nodo transmissor 102, e os nodos receptores 104-1-*n*. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00049] Em uma modalidade, por exemplo, o dispositivo sem fio 202 e o dispositivo sem fio 204 podem ser implementados como dispositivos em conformidade com o WirelessHD, e a rede sem fio 200 pode ser implementada como uma rede WVAN. Em tal modalidade, a rede sem fio 200 pode comunicar as informações de acordo com a Especificação WirelessHD e técnicas associadas, e o dispositivo sem fio 202 pode compreender um dispositivo em conformidade com WirelessHD comunicativamente acoplado no dispositivo sem fio 204 que compreende outro dispositivo em conformidade com WirelessHD. Em várias implementações, a rede sem fio 200 pode suportar um ambiente de comunicação de unidifusão e/ou multidifusão para distribuir um conteúdo de mídia por unidifusão e/ou multidifusão do dispositivo sem fio 202 para o dispositivo sem fio 204. Tipicamente os dispositivos sem fio 202, 204 utilizarão as técnicas de unidifusão ou de multidifusão com base no tipo de canal que está sendo utilizado. Por exemplo, os dispositivos sem fio 202, 204 utilizarão as técnicas de unidifusão quando utilizando um canal HRP, e técnicas de multidifusão quando utilizando um canal LRP. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00050] Em uma modalidade, por exemplo, os dispositivos sem fio 202, 204, cada um, podem incluir a capacidade de estabelecer um ou mais canais de comunicações sem fio 206 utilizando os respectivos transceptores 205, 205a acoplados a respectivos módulos de controle

de antena 208, 208a acoplados a respectivas redes de antenas faseadas 210, 210a. Em várias modalidades, o canal de comunicações 206 pode ser implementado na camada de MAC da pilha de protocolo de comunicação dentro de um transceptor e/ou chipset de comunicação sem fio de um dispositivo sem fio.

[00051] A figura 3 ilustra uma modalidade do sistema sem fio 300 adequado para executar uma formação de feixe analógico. O sistema sem fio 300 pode ser implementado para os nodos 102, 104-1-*n* como descrito com referência à figura 1, e/ou os nodos sem fio 202, 204 como descrito com referência à figura 2.

[00052] Na modalidade ilustrada mostrada na figura 3, o sistema sem fio 300 pode compreender um diagrama mais detalhado para um par de redes de antenas faseadas 210, 210a implementadas para os respectivos dispositivos sem fio 202, 204. As redes de antenas faseadas 210, 210a podem estar comunicativamente acopladas aos respectivos módulos de controle de antena 208, 208a. A rede de antenas faseadas 210 pode compreender uma rede de antenas de transmissor 310 e uma rede de antenas de receptor 320. A rede de antenas faseadas 210a pode compreender uma rede de antenas de transmissor 330 e uma rede de antenas de receptor 340. Apesar das redes de antenas 310, 320 e das redes de antenas 330, 340 poderem estar ilustradas como redes de antenas separadas, pode ser apreciado que cada uma pode ser implementada utilizando uma única rede de antenas que utiliza diferentes coeficientes de transmissão e de recepção, vetores ou outros parâmetros de antena adequados.

[00053] As redes de antenas de transmissor 310, 330 podem compreender os respectivos amplificadores de potência 312-1-a e amplificadores de potência 332-1-f, cada um acoplado a respectivos deslocadores de fase 314-1-b e deslocadores de fase 334-1-g. Os deslocadores de fase 314-1-b e os deslocadores de fase 334-1-g



podem, cada um, estar acoplados a respectivas antenas 316-1-c e antenas 336-1-h. As redes de antenas de receptor 320, 340 podem compreender as respectivas antenas 326-1-d e antenas 346-1-i, cada uma acoplada a respectivos deslocadores de fase 324-1-e e deslocadores de fase 344-1-j. Os deslocadores de fase 324-1-e e os deslocadores de fase 344-1-j podem, cada um, estar acoplados a respectivos amplificadores de baixo ruído (LNA) 322-1-r e LNA 342-1-s, os quais estão por sua vez acoplados a respectivos combinadores 346, 348. Pode ser apreciado que as cadeias de transmissor e de receptor podem compartilhar os deslocadores de fase e/ou amplificadores conforme desejado para uma dada implementação. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00054] Os dispositivos sem fio 202, 204 podem utilizar as respectivas redes de antenas faseadas 210, 210a para comunicar as informações de controle e as informações de mídia sobre uma mídia compartilhada sem fio 350. A rede de antenas de transmissor 310 e a rede de antenas de receptor 340 dos respectivos dispositivos sem fio 202, 204 podem comunicar as informações utilizando um canal HRP 352-1 e/ou um canal LRP 354-1. A rede de antenas de transmissor 330 e a rede de antenas de receptor 320 dos respectivos dispositivos sem fio 204, 202 podem comunicar as informações utilizando um canal HRP 352-2 e/ou um canal LRP 354-2. Em uma modalidade, os canais HRP 352-1, 352-2 podem ser implementados como canais direcionais que operam em velocidades de comunicação de dados de taxa mais alta, e os canais LRP 354-1, 354-2 podem ser implementados como canais omnidirecionais que operam em velocidades de comunicação de dados de taxa mais baixa.

[00055] Os módulos de controle de antena 208, 208a podem utilizar os respectivos transceptores 205, 205a e as respectivas redes de antenas faseadas 210, 210a para executar as operações de formação

de feixe. As operações de formação de feixe podem incluir uma formação de feixe de retorno explícita, a qual suporta todos os tipos de dispositivos em conformidade com WirelessHD, tais como HR0, HRRX, HRTX e HRTR. Não existe nenhuma condição que o transmissor e o receptor para uma estação sejam os mesmos e que nenhuma calibração seja requerida. As operações de formação de feixe podem também incluir uma formação de feixe de retorno implícita, a qual é tipicamente utilizada quando tanto a fonte quanto o destino são capazes de HRTR.

[00056] De modo a prover as taxas de dados na ordem de Gbps a aproximadamente 10 metros para as operações de mmWave de 60 GHz, as redes de antenas faseadas 210, 210a estão implementadas como redes de antenas de alto ganho na banda de frequência de 60 GHz. As redes de antenas faseadas 210, 210a podem criar feixes que podem ser direcionados ao redor de obstáculos para encontrar o melhor percurso entre os dispositivos sem fio 202, 204. Os módulos de controle de antena 208, 208a podem cooperar para implementar um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado adequado para as operações de pesquisa de feixe e de rastreamento de feixe. A pesquisa de feixe é uma técnica para estimar os vetores de peso (AWVs) de rede de antenas de transmissor e de receptor que resultem em um feixe desejado com um nível aceitável de ganho ou SNR sobre os canais HRP 352-1, 352-2. O rastreamento de feixe é uma técnica para rastrear os AWVs de transmissor e de receptores que correspondam a um feixe existente ao longo do tempo devido a pequenas perturbações dos canais HRP 352-1, 352-2. Apesar da pesquisa de feixe ser tipicamente uma técnica independente que utiliza um intervalo de tempo dedicado, o rastreamento acontece durante a transferência de dados e está anexado a pacotes de HRP existentes e pacotes de ACK correspondentes.

[00057] A figura 4 ilustra uma modalidade de um diagrama de estado 400. O diagrama de estado 400 ilustra as transições de estado para a formação de feixe adaptável que utiliza as redes de antenas faseadas 210, 210a. Na modalidade ilustrada mostrada na figura 4, o dispositivo sem fio 202 pode estar em um estado ocioso 402, e detectar um dispositivo em par (por exemplo, o dispositivo sem fio 204) dentro do alcance de comunicação do dispositivo sem fio 202. O dispositivo sem fio 202 pode sair do estado ocioso 402, e entrar em um estado de formação de feixe 404. O dispositivo sem fio 202 pode iniciar as operações de formação de feixe utilizando um esquema de treinamento iterativo para formar um par de canais de comunicação HRP 352-1, 352-2 entre os dispositivos sem fio 202, 204. Por exemplo, o módulo de controle de antena 208 para o dispositivo sem fio 202 pode estar disposto para comunicar os sinais de treinamento e as informações de retorno com o dispositivo sem fio 204 através do receptor 205 e da rede de antenas faseadas 210. As informações são comunicadas utilizando exclusivamente os canais HRP 352-1, 352-2, enquanto reduzindo ou eliminando a necessidade de utilizar os canais LRP 354-1, 354-2. Isto reduz o tempo de treinamento para os dispositivos. O módulo de controle de antena 208 determina iterativamente os AWVs para um padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas 210 utilizando as informações de retorno do dispositivo sem fio 204. Uma vez treinados os dispositivos sem fio 202, 204 podem sair do estado de formação de feixe 404, e entrar em um estado de transferência de dados 406 para utilizar os canais HRP 352-1, 352-2 para as comunicações de dados bidirecionais de taxa alta.

[00058] A figura 5 ilustra uma modalidade de um esquema de treinamento iterativo para um sistema sem fio 500. Como a perda de percurso na banda de frequência de 60 GHz é muito alta e a eficiência

de amplificadores de potência de CMOS a 60 GHz é baixa, a transmissão direcional é necessária para obter a cobertura de 10 metros desejada. O ganho de rede das operações de formação de feixe de transmissão e de recepção é necessário para adquirir a SNR desejada para as comunicações de dados confiáveis. Correntemente, existem diversos protocolos de formação de feixe diferentes para adquirir as transmissões direcionais. O primeiro protocolo de formação de feixe utiliza a proposta de antena setorizada, a qual muda entre diversos feixes executados. O segundo protocolo de formação de feixe utiliza as redes de antenas faseadas onde os feixes de transmissão e recepção são formados mudando as fases dos sinais de entrada e de saída de cada elemento de antena, como descrito com referência à figura 3.

[00059] O segundo protocolo de formação de feixe utiliza uma proposta de treinamento iterativo. Um processo de treinamento iterativo utiliza sequências de treinamento e um retorno em sucessivas iterações de modo a treinar os transmissores ou os receptores. A proposta de treinamento iterativo provê a vantagem de distribuir a potência de transmissão para múltiplos amplificadores de potência, e o feixe pode ser adaptavelmente direcionado. É válido notar que esta discussão está limitada a somente um único fluxo de dados para propósitos de clareza, apesar de algumas modalidades poderem ser implementadas para múltiplos fluxos de dados também. Uma breve vista geral de treinamento iterativo está abaixo provida para melhor ilustrar e descrever as operações e os benefícios do protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado.

[00060] Em uma modalidade, os pesos de formação de feixe desejados no receptor (Rx) 504 e no transmissor (Tx) 502, denotados pelos vetores  $u$  e  $v$ , maximizam o ganho do canal formado por feixe como mostrado na equação (1) que segue:

$$(\mathbf{u}, \mathbf{v}) = \arg \max_{\|\hat{\mathbf{u}}\|=\|\hat{\mathbf{v}}\|=1} |\hat{\mathbf{u}}^H \mathbf{H} \hat{\mathbf{v}}| \quad (1)$$

e  $\mathbf{H}$  é a matriz de canal efetiva entre o transmissor 502 e o receptor 504;  $\hat{\mathbf{u}}^H \mathbf{H} \hat{\mathbf{v}}$  é o canal escalar formado por feixe para os pesos de formação de feixe  $\hat{\mathbf{u}}$  e  $\hat{\mathbf{v}}$ ; e  $\mathbf{u}$  e  $\mathbf{v}$  são os vetores de formação de feixe normalizados no receptor 504 e no transmissor 502, respectivamente. A matriz de canal efetiva incorpora os efeitos das matrizes de ponderação de transmissão / recepção e o canal sem fio, e é o produto da matriz de ponderação de transmissão  $\mathbf{B}_t$ , do canal sem fio  $\mathbf{H}_w$  da matriz de ponderação de recepção  $\mathbf{B}_r$ , por exemplo,  $\mathbf{H} = \mathbf{B}_r \mathbf{H}_w \mathbf{B}_t$ . As entradas de peso na  $i^{\text{a}}$  linha de  $\mathbf{B}_r$  formam a  $i^{\text{a}}$  antena de recepção efetiva e similarmente as entradas de peso na  $i^{\text{a}}$  coluna de  $\mathbf{B}_t$  formam a  $i^{\text{a}}$  antena de transmissão efetiva. A entrada na  $i^{\text{a}}$  linha e na  $j^{\text{a}}$  coluna de  $\mathbf{H}$  é a resposta de canal entre a  $i^{\text{a}}$  antena de recepção efetiva e a  $j^{\text{a}}$  antena de transmissão efetiva. Se  $\mathbf{H}$  é conhecido, então  $\mathbf{u}$  e  $\mathbf{v}$  podem ser computados utilizando a decomposição de valor singular (SVD) de  $\mathbf{H}$ . No entanto,  $\mathbf{H}$  é usualmente desconhecido tanto no transmissor 502 quanto no receptor 504 para os sistemas de 60 GHz. Consequentemente, o treinamento iterativo é utilizado como um esquema eficiente para obter  $\mathbf{u}$  e  $\mathbf{v}$ , e o qual não requer um treinamento dispendioso para aprender sobre todo o  $\mathbf{H}$ .

[00061] A formação de feixe é necessária antes da transmissão do pacote de dados nos protocolos correntes e para um treinamento programado de P2P, e para os sistemas sem calibração de cadeia de transmissor de RF, os pesos de formação de feixe das redes de antenas faseadas são gradualmente refinados durante a fase de refinamento de feixe que consome um excesso significativo de aproximadamente 400 microssegundos ( $\mu\text{s}$ ), por exemplo. É desejável

reduzir o excesso de treinamento tanto quanto possível para um alto rendimento de rede. No estado da técnica, o treinamento iterativo é o esquema empregado para o refinamento de feixe devido ao seu desempenho superior. Este é iterativo e cada iteração tem duas etapas, por exemplo, o treinamento de pesos de combinação de razão máxima (MRC) e o treinamento dos pesos de transmissão de razão máxima (MRT), como mostrado na figura 5 e na equação (2) como segue.

$$\begin{aligned} \text{Etapa 1: } \mathbf{u}(i) &= \text{norm}(\mathbf{H}\mathbf{v}(i)) \\ \text{Etapa 2: } \mathbf{u}(i+1) &= \text{norm}(\mathbf{H}^H \mathbf{u}(i)) \end{aligned} \quad (2)$$

em que

$$\text{norm}(\mathbf{x}) = \frac{\mathbf{x}}{\|\mathbf{x}\|}$$

normaliza a magnitude do vetor de formação de feixe. Para clareza e simplicidade, o termo de ruído não é avaliado. Na  $i^{\text{a}}$  iteração, o transmissor 502 tem o vetor de formação de feixe de transmissão  $\mathbf{v}(i)$ , o qual vem do retorno do receptor 504.

[00062] Na primeira etapa na equação (2), o transmissor 502 envia os símbolos de treinamento para o receptor 504 utilizando  $\mathbf{v}(i)$ , e o receptor 504 estima os pesos de formação de feixe de recepção para maximizar a intensidade de sinal recebido para o vetor de transmissão  $\mathbf{v}(i)$  como segue. O receptor mede a resposta de cada antena de recepção efetiva, respectivamente, e as respostas medidas formam o vetor  $\mathbf{H}\mathbf{v}(i)$ . O vetor de formação de feixe de recepção que maximiza o sinal recebido (por exemplo, o vetor de MRC), está mostrado na equação (3) como segue:

$$\mathbf{u}(i) = \text{norm}(\mathbf{H}\mathbf{v}(i)) \quad (3)$$

[00063] Na segunda etapa na equação (2), o transmissor 502 envia os símbolos de treinamento através de cada antena de transmissão efetiva respectivamente o e receptor 504 estima os pesos de formação de feixe que maximizam a intensidade de sinal recebido para o vetor de recepção  $\mathbf{u}(i)$  como segue. O receptor utiliza  $\mathbf{u}(i)$  como o vetor de recepção e mede a resposta de canal formado por feixe para cada antena de transmissão efetiva em  $\mathbf{H}$  respectivamente. As respostas de canal medidas formam o vetor  $\mathbf{u}^H(i)\mathbf{H}$ . O vetor de formação de feixe de transmissão que maximiza o sinal recebido (por exemplo, o vetor de MRT), está mostrado na equação (4) como segue:

$$\mathbf{v}^H(i+1) = \text{norm}(\mathbf{u}^H(i)\mathbf{H}) \text{ or } \mathbf{v}(i+1) = \text{norm}(\mathbf{H}^H\mathbf{u}(i)) \quad (4)$$

[00064] O valor para  $\mathbf{v}(i+1)$  é alimentado de volta para o transmissor 502 para a  $(i+1)^{\text{a}}$  iteração. Os valores para  $\mathbf{u}(i)$  e  $\mathbf{v}(i)$  gradualmente convergem para  $\mathbf{u}$  e  $\mathbf{v}$  ideais conforme cada iteração se completa.

[00065] O treinamento iterativo é correntemente utilizado por certos protocolos de formação de feixe convencionais, tais como aqueles correntemente implementados pela especificação WirelessHD. O protocolo de formação de feixe convencional utilizado pela Especificação WirelessHD, no entanto, introduz uma quantidade significativa de excesso de treinamento e latência de conexão. Este está também projetado para treinar uma conexão em uma direção de cada vez, o que pode ser adequado para os aparelhos de televisão digital que são projetados para operarem principalmente como receptores e menos como transmissores. Um ambiente de PC é diferente, no entanto, e o foco é colocado sobre ambas as operações de transmissão e de recepção. O protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado reduz a latência de conexão para o treinamento

de conexões bidirecionais, e está descrito em detalhes adicionais com referência à figura 6.

[00066] A figura 6A ilustra uma modalidade de um fluxo de mensagem 600. O fluxo de mensagem 600 ilustra um fluxo de mensagem para um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado que reduz a latência introduzida por um esquema de treinamento iterativo utilizando somente os canais HRP 352-1, 352-2, enquanto reduzindo ou eliminando a necessidade de utilizar os canais LRP 354-1, 354-2. Para propósito de ilustração e não limitação, o dispositivo sem fio 202 pode representar um controlador de piconet (PNC) ou coordenador, e o dispositivo sem fio 204 pode representar uma estação sem fio (STA). Em uma modalidade, o fluxo de mensagem 600 pode ser aplicável para os dispositivos de WirelessHD, apesar das modalidades não serem limitadas neste aspecto.

[00067] Nas modalidades ilustradas mostradas na figura 6A, o dispositivo sem fio 202 sai do estado ocioso 402 e entra no estado de formação de feixe 404. O dispositivo sem fio 202 pode opcionalmente transmitir a aquisição de tempo e as sequências de seleção de retardo ótimas para o dispositivo sem fio 204. O módulo de controle de antena 208 do dispositivo sem fio 202 coopera com o módulo de controle de antena 208a do dispositivo sem fio 204 para implementar um esquema de treinamento iterativo utilizando um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado. O esquema de treinamento iterativo pode utilizar qualquer número de iterações 602-1-*m* conforme desejado para uma dada implementação.

[00068] Durante um primeiro treinamento iterativo 602-I, o módulo de controle de antena 208 utiliza o transceptor 205 e a rede de antenas faseadas 510 do dispositivo sem fio 202 para enviar os sinais de treinamento, tais como os sinais de treinamento 613, do dispositivo sem fio 202 para o dispositivo sem fio 204 sobre um canal HRP de



downlink (DL) 352-1. Em um cenário típico, múltiplos sinais de treinamento são transmitidos, enquanto o dispositivo sem fio 202 muda os seus pesos de antena em tempos apropriados (por exemplo, no início de cada sinal de treinamento). Por exemplo, o módulo de controle de antena 208 envia os sinais de treinamento de receptor (Rx) 613 do dispositivo sem fio 202 para o dispositivo sem fio 204 sobre o canal HRP de DL 352-1 para permitir que o dispositivo sem fio 204 deduza os pesos de MRC e forme um padrão de feixe de recepção direcional para uma rede de antenas faseadas 210a do dispositivo sem fio 204. O módulo de controle de antena 208 envia os sinais de treinamento de transmissor (Tx) 614 do dispositivo sem fio 202 para o dispositivo sem fio 204 sobre o canal HRP de DL 352-1 para permitir que o dispositivo 204 meça as características de seu sinal recebido. Estas características são posteriormente alimentadas de volta do dispositivo 204 para o dispositivo 202 utilizando uma mensagem 617 para permitir que o dispositivo sem fio 202 deduza os seus pesos de MRT de modo que um padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202 possa ser formado.

[00069] Em um protocolo de formação de feixe convencional, o módulo de controle de antena 208 pode esperar para receber as informações de retorno do dispositivo sem fio 204 sobre o canal LRP 354-1. Nos protocolos de formação de feixe bidirecional melhorados, no entanto, as informações de retorno do dispositivo sem fio 204 são retardadas até que um padrão de feixe de recepção direcional para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202 como sendo formado ou parcialmente formado, por meio disto permitindo que o dispositivo sem fio 202 receba as informações de retorno do dispositivo sem fio 204 sobre um canal de HRP de uplink (UL) 352-2. O canal HRP de UL 352-2 opera a uma taxa de dados muito mais alta

do que o canal LRP 354-1, e, portanto, a utilização do canal HRP de UL 352-2 para as informações de retorno reduz o excesso de treinamento e a latência.

[00070] Referindo novamente ao fluxo de mensagem 600, o módulo de controle de antena 208a utiliza o transceptor 205a e a rede de antenas faseadas 210a do dispositivo sem fio 204 para enviar os sinais de treinamento ou as sequências para o dispositivo sem fio 202 sobre o canal HRP de UL 352-2. Por exemplo, o módulo de controle de antena 208a envia os sinais de treinamento 615 para o dispositivo sem fio 202 sobre o canal HRP de UL 352-2 para deduzir os pesos de MRC e formar um padrão de feixe de recepção direcional para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202. O módulo de controle de antena 208a também envia os sinais de treinamento 616 para o dispositivo sem fio 202 sobre o canal HRP de UL 352-2 para permitir que o dispositivo sem fio 202 meça as características de seu sinal recebido. Estas características são posteriormente alimentadas de volta do dispositivo 202 para o dispositivo 204 utilizando uma mensagem 618 para permitir que o dispositivo sem fio 204 deduza os seus pesos de MRT de modo que um padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas 210a do dispositivo sem fio 204 possa ser formado.

[00071] Uma vez que a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202 tem um padrão de feixe de recepção direcional totalmente ou parcialmente formado utilizando os pesos (por exemplo, os pesos de MRC) obtidos na seta 615, o dispositivo sem fio 204 pode enviar as informações de retorno para o dispositivo sem fio 202 sobre o canal HRP de UL 352-2, as quais são recebidas utilizando o padrão de feixe de recepção direcional para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202, como indicado pela seta 617. A rede de antenas faseadas 210a pode utilizar o mesmo vetor de formação de

feixe de transmissão que utilizado quando anteriormente enviando o treinamento de vetor de Rx de PNC de UL (pesos de PNC MRC) (seta 615). Isto provê o dispositivo sem fio 202 com um ganho de recepção que pode não ter estado disponível antes do estágio 615 ou anteriormente.

[00072] O módulo de controle de antena 208 pode determinar os AWVs para o padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202 utilizando as informações de retorno do dispositivo sem fio 204. A primeira iteração 602-1 pode então ser completada fazendo o dispositivo sem fio 202 enviar as informações de retorno para o dispositivo sem fio 204 sobre o canal de HRP de DL 352-1 utilizando um padrão de feixe de transmissão direcional obtido das informações de retorno recentemente recebidas (seta 617) para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202. A rede de antenas faseadas 210a do dispositivo sem fio 204 pode utilizar o padrão de feixe de recepção direcional formado quando recebendo o treinamento de vetor de Rx STA de DL (pesos STA MRC) na seta 613 para receber as informações de retorno. O módulo de controle de antena 208a pode então utilizar as informações de retorno na determinação de AWVs para o padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas 210a do dispositivo sem fio 204 utilizando as informações de retorno do dispositivo sem fio 202.

[00073] Os dispositivos sem fio 202, 204 podem continuar com os próximos treinamentos iterativos 602-2-*m* executando as operações de formação de feixe e de refinamento de feixe similares como utilizadas com o primeiro treinamento iterativo 602-1. Por exemplo, para o treinamento iterativo 602-2, as operações indicadas pelas setas 619 até 624 são similares àquelas operações executadas como indicado pelas setas 613 até 618. Cada treinamento iterativo 602-1-*m* provê

AWVs sucessivamente mais precisos para os canais HRP 352-1, 352-2. Este processo continua até que uma condição de término seja alcançada, tal como alcançando uma SNR determinada para as comunicações de dados, alcançando um número determinado de iterações (por exemplo, três iterações), ou até que ambas as extremidades da conexão solicitem o término do processo de treinamento. Neste ponto, os canais HRP 352-1, 352-2 podem ser utilizados para as comunicações de dados de taxa alta bidirecionais.

[00074] É válido notar que as informações de retorno providas na seta 617 podem opcionalmente ser movidas para trás e providas durante o estágio 616. Isto pode adicionar um excesso de sincronização, no entanto, devido à troca de transmissão / recepção.

[00075] A figura 6B ilustra uma modalidade de um fluxo de mensagem 650. O fluxo de mensagem 650 ilustra um fluxo de mensagem para um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado que reduz a latência introduzida por um esquema de treinamento iterativo utilizando predominantemente os canais HRP 352-1, 352-2, enquanto reduzindo ou eliminando a necessidade de utilizar os canais LRP 354-1, 354-2. Para propósitos de ilustração e não limitação, o dispositivo sem fio 202 pode representar um controlador de piconet (PNC) ou coordenador, e o dispositivo sem fio 204 pode representar uma estação sem fio (STA). Em uma modalidade, o fluxo de mensagem 650 pode ser aplicável para os dispositivos de NGmS, apesar das modalidades não serem limitadas neste aspecto.

[00076] Nas modalidades ilustradas mostradas na figura 6A, o fluxo de mensagem 650 ilustra um fluxo de mensagem adequado para um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado implementado para uma rede, protocolo ou dispositivos de NGmS. O protocolo de NGmS, por exemplo, pode conter um treinamento de RX de DL, um

retorno de DL e um treinamento de TX de DL, seguido por um treinamento de RX de UL, um retorno de UL e um treinamento de TX de UL, onde o retorno de DL é um retorno enviado sobre um downlink que corresponde a um treinamento de TX de UL que foi previamente transmitido.

[00077] O fluxo de mensagem 650 da figura 6B é similar ao fluxo de mensagem 600 descrito com referência à figura 6A, com um diferente sequencialmente para os sinais de treinamento e as mensagens. Como mostrado no fluxo de mensagem 650, os sinais e/ou mensagens 613 a 618 são reordenados na seguinte sequência: 613, 618, 614, 615, 617 e 616. Pode ser apreciado que este sequenciamento provê as seguintes características: (1) todas as setas na mesma direção podem ser agrupadas juntas para formar um único pacote; e (2) em um grupo existe um treinamento de RX, informações de retorno e então treinamento de TX. Ao contrário do fluxo de mensagem 600, onde as informações de retorno podem corresponder ao treinamento de iteração corrente, o fluxo de mensagem 650 corresponde ao treinamento de iteração anterior. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00078] A figura 7 ilustra uma modalidade de um gráfico 700 para o ganho de formação de feixe. O gráfico 700 provê um número de iterações sobre um eixo geométrico x e uma saída combinada (dB) sobre um eixo geométrico y. Como um resultado do protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado, o retorno na seta 618 é enviado com um ganho de formação de feixe de aproximadamente 15-25 dB (dependendo de qual iteração) devido à execução de formação tanto do feixe de transmissão quanto de recepção. Por exemplo, um ganho de aproximadamente 15 dB pode ser conseguido na primeira iteração 602-1, e um ganho adicional de 5-6 dB pode ser conseguido na segunda iteração 602-2. Após a segunda iteração 602-2, ganhos

progressivamente menores são realizados por cada iteração sucessiva (por exemplo, 602-3 até 602-9). Estes aperfeiçoamentos de SNR permitem um retorno muito mais rápido para as operações de formação de feixe sem calibração. Estes resultados correspondem a 32 ou 36 elementos de antena em ambos os lados.

[00079] A figura 8 ilustra uma modalidade de um fluxo de mensagem 800. O fluxo de mensagem 800 ilustra um fluxo de mensagem alternativo para um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado que reduz a latência introduzida por um esquema de treinamento iterativo utilizando os canais HRP 352-1, 352-2, enquanto reduzindo ou limitando a necessidade de utilizar os canais LRP 354-1, 354-2. Para propósitos de ilustração e não limitação, o dispositivo sem fio 202 pode representar um controlador de piconet (PNC) ou coordenador, e o dispositivo sem fio 204 pode representar uma estação sem fio (STA).

[00080] Similar ao fluxo de mensagem 600, o fluxo de mensagem 800 tenta coordenar as operações de formação de feixe de transmissão e de recepção para permitir que as informações de retorno sejam providas sobre os canais HRP 352-1, 352-2. O dispositivo sem fio 202 sai do estado ocioso 402 e entra no estado de formação de feixe 404. O dispositivo sem fio 202 utiliza o fluxo de mensagem 800 para iniciar as operações de formação de feixe bidirecional utilizando um esquema de treinamento iterativo para formar um par de canais de comunicações para uma WPAN ou WVAN. O fluxo de mensagem 800 intercala as operações de formação de feixe de transmissão e de recepção para permitir a utilização de conexões parcialmente treinadas para comunicar as informações de retorno a uma taxa de dados mais alta. Mais especificamente, o fluxo de mensagem 800 intercala as operações de formação de feixe de transmissão e de recepção para os dispositivos sem fio 202, 204 para

permitir que as informações de retorno recebidas pelo dispositivo sem fio 202 do dispositivo sem fio 204 sejam comunicadas sobre os canais HRP 352-1, 352-2. Isto reduz a necessidade de utilizar os canais LRP 354-1, 354-2 durante as operações de formação de feixe.

[00081] Na modalidade ilustrada mostrada na figura 8, o fluxo de mensagem 800 começa com as operações de aquisição de tempo opcional e seleção de retardo ótimo. Durante um primeiro treinamento iterativo 802-1, o módulo de controle de antena 208 envia os sinais de treinamento de transmissor (Tx) 813 do dispositivo sem fio 202 para o dispositivo sem fio 204 sobre o canal HRP de DL 352-1 para permitir que o dispositivo 204 meça as características de seu sinal recebido. O dispositivo sem fio 202 recebe as informações de retorno 814 do dispositivo sem fio 204 sobre o LRP de UL 354-2 para deduzir os seus pesos de MRT. O módulo de controle de antena 208 do dispositivo sem fio 202 determina os AWVs para o padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202 utilizando as informações de retorno 814 do dispositivo sem fio 204.

[00082] O dispositivo sem fio 202 então envia os sinais de treinamento de Rx (pesos de STA MRC) para o dispositivo sem fio 204 sobre o HRP de DL 352-1 para permitir que o dispositivo sem fio 204 deduza e forme um padrão de feixe de recepção direcional para a rede de antenas faseadas 210a do dispositivo sem fio 204, como indicado pela seta 815. O dispositivo sem fio 202 recebe os sinais de treinamento de Tx (pesos de STA MRT) do dispositivo sem fio 204 sobre o HRP de UL 352-2 para formar um padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas 210a do dispositivo sem fio 204, como indicado pela seta 816.

[00083] O módulo de controle de antena 208 utiliza o transceptor 205 e a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202 para

enviar os sinais de treinamento do dispositivo sem fio 202 para o dispositivo sem fio 204 sobre um canal HRP de DL 352-1 de downlink para permitir que o dispositivo sem fio 204 deduza os pesos de MRC e forme um padrão de feixe de recepção direcional para a rede de antenas faseadas 210a do dispositivo sem fio 204. O módulo de controle de antena 208a também envia sinais de treinamento 816 para o dispositivo sem fio sobre o canal HRP de UL 352-2 para permitir que o dispositivo sem fio 202 meça as características de seu sinal recebido.

[00084] O dispositivo sem fio 202 envia as informações de retorno 817 para o dispositivo sem fio 204 sobre o HRP de DL 352-1 utilizando um padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202. As informações de retorno 817 são carregadas utilizando uma conexão parcialmente treinada obtida na meia iteração recente. Como um resultado, as informações de retorno 817 são muito mais robustas e eficientes do que utilizar somente o canal LRP de DL 354-1. O dispositivo sem fio 204 utiliza as informações de retorno para determinar os AWVs para o padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas 210a do dispositivo sem fio 204 utilizando as informações de retorno 817 do dispositivo sem fio 202.

[00085] Para completar o primeiro treinamento iterativo 802-1, o dispositivo sem fio 202 recebe os sinais de treinamento 818 pelo dispositivo sem fio 202 do dispositivo sem fio 204 sobre o HRP de UL 352-2 para deduzir os pesos de MRC e formar um padrão de feixe de recepção direcional para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202.

[00086] Os dispositivos sem fio 202, 204 podem continuar com os próximos treinamentos iterativos 802-2- $k$  executando as operações de formação de feixe ou de refinamento de feixe similares como utilizadas



com o primeiro treinamento iterativo 802-1. Por exemplo, o dispositivo sem fio 202 pode receber informações de retorno adicionais do dispositivo sem fio 204 sobre o HRP de UL 352-2 utilizando o padrão de feixe de recepção direcional para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202 durante o segundo treinamento iterativo 802-2. O módulo de controle de antena 210 pode determinar os AWVs para o padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202 utilizando as informações de retorno adicionais do dispositivo sem fio 204. Cada treinamento iterativo 802-1-k provê AWVs sucessivamente mais precisos para os canais HRP 352-1, 352-2. Este processo continua até que uma condição de término seja alcançada, tal como alcançando uma SNR determinada para as comunicações de dados ou alcançando um número determinado de iterações (por exemplo, três iterações). Neste ponto, os canais HRP 352-1, 352-2 podem ser utilizados para as comunicações de dados de taxa alta bidirecionais.

[00087] O protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado utiliza conexões parcialmente treinadas para prover uma taxa de dados mais alta para as informações de retorno durante os estágios de retorno. Na primeira Especificação WirelessHD, como um contraste, os estágios de retorno após o primeiro são feitos utilizando um modo "direcional", o qual é um padrão de antena selecionado. Com antenas não calibradas, um padrão de antena randômico pode gerar menos de 0 dBi em certas direções. O modo direcional é esperado para estar ao redor de 0 dBi no melhor caso entre poucas escolhas randômicas. Uma vantagem adicional do protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado é que o formador de feixe não precisa transferir o padrão de antena selecionado para o modo direcional para aquele de feixe formado, já que da próxima vez o retorno já virá sobre uma conexão de feixe formado, a qual está apropriadamente treinada.

[00088] A figura 9 ilustra uma modalidade de uma antena de rede faseada 900. A antena de rede faseada 900 pode ser representativa, por exemplo, das antenas de rede faseadas 210, 210a. Na modalidade mostrada na figura 9, a antena de rede faseada 900 pode compreender múltiplos elementos de antena 902-1-*p*.

[00089] Em algumas modalidades, o protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado pode treinar um subconjunto de elementos de antena 902-1-*p* da antena de rede faseada 900. As primeiras poucas iterações de operações de formação de feixe podem ser de tempo e qualidade reduzidos. Quando a rede de antenas faseadas 900 é implementada pelo dispositivo sem fio 202, e tem 36 elementos de antena 902-1 até 902-36, então o módulo de controle de antena 208 pode acoplar alguns dos elementos de antena 902-1 até 902-36 juntos e gerar um treinamento para menos elementos de antena 902-1 até 902-36 totais. Isto encurta o tempo do treinamento nos primeiros treinamentos iterativos e pode ainda capturar parte do ganho de antena esperado. Um exemplo de tal acoplamento está apresentado na figura 9, onde quatro (4) elementos de antena 902-5, 902-10, 902-12 e 902-17 marcados em hachuras cruzadas, por exemplo, estão sempre deslocados em fase pela mesma quantidade, tal como 90 graus, 180 graus ou 270 graus. Isto resulta em essencialmente oito (8) ou nove (9) elementos de antena feitos da rede de antenas faseadas 6 x 6 900.

[00090] Como exemplo, referindo novamente aos fluxos de mensagem exemplares 600, 800, o dispositivo sem fio 202 pode enviar os sinais de treinamento de Tx para o dispositivo sem fio 204 sobre o HRP DL 352-1 para formar um padrão de feixe de transmissão direcional para um subconjunto de elementos de antena 902-1-*p* da rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202.

[00091] Além disso ou alternativamente, os dispositivos sem fio

202, 204 podem trocar informações adicionais durante o protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado que pode acelerar as operações de formação de feixe. Por exemplo, similar ao modo em que a Especificação WirelessHD utiliza para identificar o índice de padrão de antena apropriado para o modo direcional, o protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado pode adicionar tipos de informações adicionais para certos estágios de operações de formação de feixe, tais como o esquema de modulação e codificação (MCS) necessário para os dispositivos sem fio 202, 204. Um campo de informações de comprimento definido (por exemplo, 3 bits) pode ser utilizado para comunicar as informações de MCS. As informações de MCS podem ser comunicadas, por exemplo, com os sinais de treinamento de transmissor em qualquer direção de conexão de modo a ajudar na geração de informações de retorno durante os estágios de retorno. Outros tipos de informações diferentes das informações de MCS podem ser enviadas durante os diferentes estágios do protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado, e as modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00092] Em modalidades, as informações de retorno podem corresponder a medições feitas no receptor e estão grandemente inconscientes dos padrões de antena aplicados pelo transmissor. Um exemplo de informações de retorno pode compreender uma estimativa de canal por um dado retardo, entre outros. Em algumas modalidades, a quantidade de informações de retorno pode ser uniforme. Além disso ou alternativamente, os dispositivos sem fio 202, 204 podem trocar quantidades crescentes de informações de retorno durante os estágios de retorno do protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado para acelerar as operações de formação de feixe. Quando os canais HRP 352-1, 352-2 estão parcialmente ou totalmente formados, e o excesso de retorno torna-se mais barato, então um ou ambos os

dispositivos sem fio 202, 204 podem aumentar a quantidade de informações de retorno providas sobre os canais HRP 352-1, 352-2 em certos estágios e/ou treinamentos iterativos de modo que o tempo de treinamento de formação de feixe total seja reduzido.

[00093] As operações para várias modalidades podem ser adicionalmente descritas com referência às figuras seguintes e exemplos acompanhantes. Algumas das figuras podem incluir um fluxo lógico. Pode ser apreciado que um fluxo lógico ilustrado meramente provê um exemplo de como a funcionalidade descrita pode ser implementada. Ainda, um dado fluxo lógico não necessariamente precisa ser executado na ordem apresentada a menos que de outro modo indicado. Além disso, um fluxo lógico pode ser implementado por um elemento de hardware, um elemento de software executado por um processador, ou qualquer combinação dos mesmos. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00094] A figura 10 ilustra uma modalidade de um fluxo lógico 1000 para selecionar um par de canais de uma nova rede sem fio entre dois ou mais dispositivos. Em várias modalidades, o fluxo lógico 1000 pode ser executado por vários sistemas, nodos, e/ou módulos e pode ser implementado como hardware, software, e/ou qualquer combinação dos mesmos, conforme desejado para um dado conjunto de parâmetros de projeto ou restrições de desempenho. Por exemplo, o fluxo lógico 1000 pode ser implementado por um dispositivo lógico (por exemplo, um nodo transmissor, um nodo receptor) e/ou uma lógica que compreende instruções, dados, e/ou códigos a serem executados por um dispositivo lógico. Para propósitos de ilustração, e não limitação, o fluxo lógico 1000 está descrito com referência à figura 1. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00095] Em uma modalidade, por exemplo, o fluxo lógico 1000 pode iniciar as operações de formação de feixe utilizando um esquema de

treinamento iterativo para formar um par de canais de comunicações para uma rede sem fio no bloco 1002. Por exemplo, o dispositivo sem fio 202 pode iniciar as operações de formação de feixe utilizando um esquema de treinamento iterativo para formar um par de canais de comunicações (352-1, 352-2) para uma WPAN ou WVAN de mmWave de 60 GHz. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00096] Em uma modalidade, por exemplo, o fluxo lógico 1000 pode comunicar os sinais de treinamento e as informações de retorno entre um primeiro dispositivo e um segundo dispositivo utilizando somente um canal de taxa alta no bloco 1004. Por exemplo, pode comunicar os sinais de treinamento e as informações de retorno entre os dispositivos sem fio 202, 204 utilizando somente os canais HRP 352-1, 352-2. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00097] Em uma modalidade, por exemplo, o fluxo lógico 1000 pode determinar os vetores de peso de rede de antenas para um padrão de feixe de transmissão direcional para uma rede de antenas faseadas do primeiro dispositivo utilizando as informações de retorno do segundo dispositivo no bloco 1006. Por exemplo, o módulo de controle de antena 208 do dispositivo sem fio 202 pode determinar os AWWs para um padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas 210 do dispositivo sem fio 202 utilizando as informações de retorno do dispositivo sem fio 204. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[00098] A figura 11 ilustra uma modalidade de um artigo de produção 1100. Como mostrado, o artigo 1100 pode compreender um meio de armazenamento 1102 para armazenar uma lógica 1104 para selecionar um par de canais para formar uma nova rede sem fio entre dois ou mais dispositivos. Por exemplo, a lógica 1104 pode ser utilizada para implementar o módulo de seleção de canal 208, assim como outros aspectos do nodo transmissor (102, 202) e/ou dos nodos

receptores (104-1-*n*, 204). Em várias modalidades, o artigo 1100 pode ser implementado por vários sistemas, nodos, e/ou módulos.

[00099] O artigo 1100 e/ou o meio de armazenamento legível por máquina 1102 podem incluir um ou mais tipos de meios de armazenamento legíveis por computador capazes de armazenar dados, incluindo uma memória volátil, ou uma memória não volátil, uma memória removível ou não removível, uma memória apagável ou não apagável, uma memória escrevível ou reescrevível, e assim por diante. Exemplos de um meio de armazenamento legível por máquina podem incluir, sem limitação, uma memória de acesso randômico (RAM) uma RAM dinâmica (DRAM), uma DRAM de Taxa de Dados Duplos (DDR-DRAM), uma DRAM síncrona (SDRAM), uma RAM estática (SRAM), uma memória somente de leitura (ROM), uma ROM programável (PROM), uma ROM programável apagável (EPROM), uma ROM programável eletricamente apagável (EEPROM), uma ROM de Disco Compacto (CD-ROM), um Disco Compacto Gravável (CD-R), um Disco Compacto Reescrevível (CD-RW), uma memória instantânea (por exemplo, uma memória instantânea NOR ou NAND), uma memória de conteúdo endereçável (CAM), uma memória de polímero (por exemplo, uma memória de polímero ferroelétrico), uma memória de mudança de fase (por exemplo, uma memória ovônica) uma memória ferroelétrica, uma memória de silício-óxido-nitreto-óxido-silício (SONOS), um disco (por exemplo, disco flexível, disco rígido, disco ótico, disco magnético, disco magneto-ótico) ou um cartão (por exemplo, um cartão magnético, um cartão ótico), uma fita, um cassete, ou qualquer outro tipo de meio de armazenamento legível por computador adequado para o armazenamento de informações. Mais ainda, qualquer mídia envolvida com downloading ou transferência de um programa de computador de um computador remoto para um computador solicitante executado por sinais de dados incorporados em uma onda portadora ou outro meio de

propagação através de uma conexão de comunicação (por exemplo, um modem, uma conexão de rádio ou rede) é considerada uma mídia de armazenamento legível por computador.

[000100] O artigo 1100 e/ou o meio legível por máquina 1102 podem armazenar a lógica 1104 que compreende instruções, dados, e/ou códigos que, se executados por uma máquina, podem fazer com que a máquina execute um método e/ou operações de acordo com as modalidades descritas. Tal máquina pode incluir, por exemplo, qualquer plataforma de processamento adequada, plataforma de computação, dispositivo de computação, dispositivo de processamento, sistema de computação, sistema de processamento, computador, processador, ou similares, e pode ser implementada utilizando qualquer combinação adequada de hardware e/ou software.

[000101] A lógica 1104 pode compreender, ou ser implementada como, software, um módulo de software, uma aplicação, um programa, uma sub-rotina, instruções, um conjunto de instruções, um código de computação, palavras, valores, símbolos ou combinações dos mesmos. As instruções podem incluir qualquer tipo de código adequado, tal como um código de fonte, um código compilado, um código interpretado, um código executável, um código estático, um código dinâmico, e similares. As instruções podem ser implementadas de acordo com uma linguagem de computador predefinida, maneira ou sintaxe, para instruir um processador para executar uma certa função. As instruções podem ser implementadas utilizando qualquer linguagem de programação adequada de alto nível, baixo nível, orientada em objeto, visual, compilada e/ou interpretada, tal como C, C++, Java, BASIC, Perl, Matlab, Pascal, Visual BASIC, linguagem assembly, código de máquina, e assim por diante. As modalidades não estão limitadas neste contexto. Quando implementada a lógica 1104 é implementada como software, o software pode ser executado por

qualquer processador e unidade de memórias adequados.

[000102] É válido notar que apesar dos termos canais de "downlink" e "uplink" serem utilizados quando descrevendo algumas modalidades, estes termos são utilizados para diferenciar entre dois canais que estão sendo utilizados entre dois dispositivos diferentes. Termos alternativos podem incluir um "primeiro" canal e um "segundo" canal, um canal "direto" e um canal "inverso", e quaisquer outras identificações adequadas. Quaisquer dos canais entre quaisquer dos dispositivos podem ser utilizados com um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado como aqui descrito, e ainda cair dentro do escopo das modalidades. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[000103] É também válido notar que o ganho aumentado provido por um protocolo de formação de feixe bidirecional melhorado pode ser realizado em qualquer ponto durante as operações de treinamento iterativo devido a variações nas operações de treinamento iterativo para os diferentes tipos de protocolos (por exemplo, o WirelessHD, o NGmS, e assim por diante), e flexibilidade em modificar uma implementação específica para intercalar operações em suporte de operações de formação de feixe bidirecional. Por exemplo, o ganho aumentado de comunicação de informações de retorno como descrito com referência à figura 6B pode ser realizado durante a primeira iteração ou a segunda iteração dependendo de uma implementação específica. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[000104] Numerosos detalhes específicos foram aqui apresentados para prover uma compreensão completa das modalidades. Será compreendido por aqueles versados na técnica, no entanto, que as modalidades podem ser praticadas sem estes detalhes específicos. Em outros casos, operações, componentes e circuitos bem conhecidos não foram descritos em detalhes de modo a não obscurecer as



modalidades. Pode ser apreciado que os detalhes estruturais e funcionais específicos aqui descritos podem ser representativos e não necessariamente limitam o escopo das modalidades.

[000105] A menos que de outro modo especificamente declarado, pode ser apreciado que os termos tais como "processar", "computar", "calcular", "determinar", ou similares, referem-se à ação e/ou a processos de um computador ou sistema de computação, ou a dispositivo de computação eletrônico similar, que manipula e/ou transforma os dados representados como quantidades físicas (por exemplo, eletrônicas) dentro dos registros e/ou memórias do sistema de computação em outros dados similarmente representados como quantidades físicas dentro das memórias, registros do sistema de computação ou outros tais dispositivos de armazenamento de informações, transmissões ou display. As modalidades não estão limitadas neste contexto.

[000106] É válido notar que qualquer referência a "uma modalidade" ou "a modalidade" significa que um aspecto, estrutura, ou característica específico descrito em conexão com a modalidade está incluído em pelo menos uma modalidade. Assim, as aparições das frases "em uma modalidade" ou "na modalidade" em vários lugares através de toda a especificação não estão necessariamente todas referindo-se à mesma modalidade. Mais ainda, os aspectos, estruturas ou características específicos podem ser combinados em qualquer modo adequado em uma ou mais modalidades.

[000107] Apesar de certas características das modalidades terem sido ilustradas como aqui descrito, muitas modificações, substituições, mudanças e equivalentes agora ocorrerão àqueles versados na técnica. Deve, portanto, ser compreendido que as reivindicações anexas pretendem cobrir todas tais modificações e mudanças que caiam dentro do verdadeiro espírito das modalidades.

## **REIVINDICAÇÕES**

1. Dispositivo sem fio (202), caracterizado pelo fato de que compreende:

uma rede antenas faseadas (210);

um transceptor (205) comunicativamente acoplado na rede de antenas faseadas (210); e

um módulo de controle de antena (208) comunicativamente acoplado no transceptor (205) e na rede de antenas faseadas (210), o módulo de controle de antena (208) operativo para iniciar as operações de formação de feixe utilizando um esquema de treinamento iterativo para formar um par de canais de comunicações para uma rede de área pessoal sem fio (106), o módulo de controle de antena (208) para comunicar os sinais de treinamento e as informações de retorno com um dispositivo em par (204) através do transceptor (205) e da rede de antenas faseadas (210) utilizando pelo menos um canal de taxa alta para as informações de retorno, e iterativamente determinar os vetores de peso de rede de antenas para um padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas (210) utilizando as informações de retorno do dispositivo em par (204) e enviar informações de retorno para o dispositivo em par (204) usando o padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas (210) do dispositivo sem fio (202) determinado a partir de informações de retorno do dispositivo em par (204).

2. Dispositivo sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o módulo de controle de antena (208) operativo para enviar os sinais de treinamento para o dispositivo em par (204) sobre um canal de downlink de taxa alta.

3. Dispositivo sem fio de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o módulo de controle de antena (208) é

operativo para:

enviar os sinais de treinamento de receptor para o dispositivo em par (204) sobre o canal de downlink de taxa alta, os sinais de treinamento de receptor para utilização na formação de um padrão de feixe de recepção direcional para uma rede de antenas faseadas (210a) do dispositivo em par (204),

4. Dispositivo sem fio de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o módulo de controle de antena é operativo para:

enviar os sinais de treinamento de transmissor para o dispositivo em par (204) sobre o canal de downlink de taxa alta, os sinais de treinamento de transmissor para utilização na formação do padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas (210) do dispositivo em par (204).

5. Dispositivo sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o módulo de controle de antena (208) é operativo para receber os sinais de treinamento do dispositivo em par (204) sobre um canal de uplink de taxa alta.

6. Dispositivo sem fio de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o módulo de controle de antena (208) é operativo para:

receber os sinais de treinamento de receptor do dispositivo em par (204) sobre o canal de uplink de taxa alta para formar um padrão de feixe de recepção direcional para a rede de antenas faseadas (210).

7. Dispositivo sem fio de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o módulo de controle de antena é operativo para receber os sinais de treinamento de transmissor do dispositivo em par (204) sobre o canal de uplink de taxa alta para formar um padrão de feixe de recepção direcional para uma rede de

antenas faseadas (210a) do dispositivo em par (204).

8. Dispositivo sem fio de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que o módulo de controle de antena (208) operativo para receber as informações de retorno do dispositivo em par (204) sobre o canal de uplink de taxa alta utilizando o padrão de feixe de recepção direcional para uma rede de antenas faseadas (210).

9. Dispositivo sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o módulo de controle de antena é operativo para enviar as informações de retorno para o dispositivo em par (204) sobre um canal de downlink de taxa alta utilizando o padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas (210), as informações de retorno para utilização na determinação de vetores de peso de rede de antenas para um padrão de feixe de transmissão direcional de uma rede de antenas faseadas (210a) do dispositivo em par (204).

10. Dispositivo sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o módulo de controle de antena (208) é operativo para continuar as operações de formação de feixe utilizando múltiplas iterações até que uma razão de sinal para ruído determinada para as comunicações de dados seja atingida ou um número de iterações determinado seja atingido.

11. Método caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

iniciar as operações de formação de feixe (1002) utilizando um esquema de treinamento iterativo para formar um par de canais de comunicações para uma rede de área pessoal sem fio;

comunicar (1004) os sinais de treinamento e as informações de retorno entre um primeiro dispositivo (201) e um segundo dispositivo (202) utilizando pelo menos um canal de

taxa alta para as informações de retorno; e

determinar vetores de peso de rede de antenas para um padrão de feixe de transmissão direcional para uma rede de antenas faseadas (210) do primeiro dispositivo (202) para o segundo dispositivo (204) utilizando o padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas (210) do primeiro dispositivo (202) determinado a partir de informações de retorno do segundo dispositivo (204).

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que compreende enviar sinais de treinamento do primeiro dispositivo (202) para o segundo dispositivo (204) sobre um canal de downlink de taxa alta.

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que compreende enviar sinais de treinamento de receptor do primeiro dispositivo (202) para o segundo dispositivo (204) sobre o canal de downlink de taxa alta, para formar um padrão de feixe de recepção direcional para uma rede de antenas faseadas (210a) do segundo dispositivo (204).

14. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que compreende enviar os sinais de treinamento de transmissor do primeiro dispositivo (202) para o segundo dispositivo (204) sobre o canal de downlink de taxa alta, para formar o padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas (210) do primeiro dispositivo (202).

15. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que compreende receber os sinais de treinamento pelo primeiro dispositivo (202) do segundo dispositivo (204) sobre um canal de uplink de taxa alta.

16. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que compreende receber os sinais de

treinamento pelo primeiro dispositivo (202) do segundo dispositivo (204) sobre o canal de uplink de taxa alta para formar um padrão de feixe de recepção direcional para a rede de antenas faseadas (210) do primeiro dispositivo (202).

17. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que compreende receber os sinais de treinamento de transmissor pelo primeiro dispositivo (202) do segundo dispositivo (204) sobre o canal de uplink de taxa alta para formar um padrão de feixe de transmissão direcional para uma rede de antenas faseadas (210a) do segundo dispositivo (204).

18. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que compreende:

receber as informações de retorno pelo primeiro dispositivo (202) do segundo dispositivo (204) sobre um canal de uplink de taxa alta utilizando um padrão de feixe de recepção direcional para a rede de antenas faseadas (210) do primeiro dispositivo (202); e

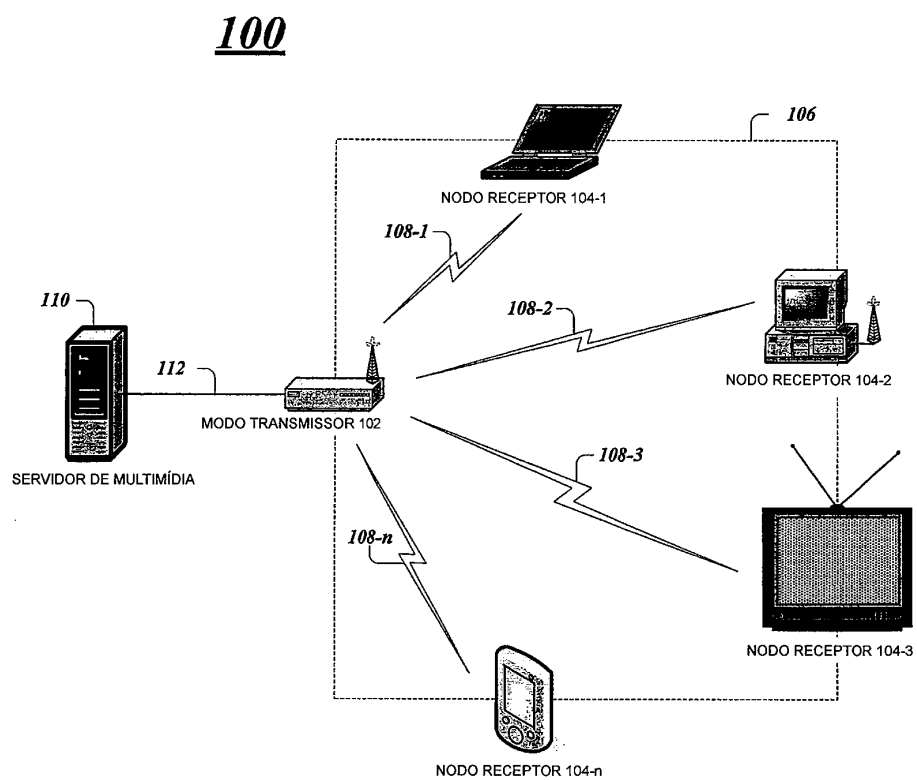
determinar os vetores de peso de rede de antena para o padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas (210) do primeiro dispositivo (202) utilizando as informações de retorno do segundo dispositivo (204).

19. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que compreende enviar as informações de retorno do primeiro dispositivo (202) para o segundo dispositivo (204) sobre um canal de downlink de taxa alta utilizando um padrão de feixe de transmissão direcional para a rede de antenas faseadas (210) do primeiro dispositivo (202), as informações de retorno para utilização na determinação de vetores de peso de rede de antenas para um padrão de feixe de transmissão direcional para uma rede de antenas faseadas (210a) do segundo dispositivo (204).

20. Método de acordo com a reivindicação 11,

caracterizado pelo fato de que compreende utilizar múltiplas iterações de comunicação de sinais de treinamento e as informações de retorno, e determinar os pesos de vetor de rede de antenas até que uma razão de sinal para ruído determinada para as comunicações de dados seja atingida ou um número de iterações determinado seja atingido.

21. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que compreende intercalar operações de formação de feixe de transmissão e recepção para o primeiro dispositivo (202) e o segundo dispositivo (204) para permitir que as informações de retorno recebidas pelo primeiro dispositivo (202) do segundo dispositivo (204) sejam comunicadas através de um canal de alta taxa durante as operações de formação de feixes.

**FIG. 1**



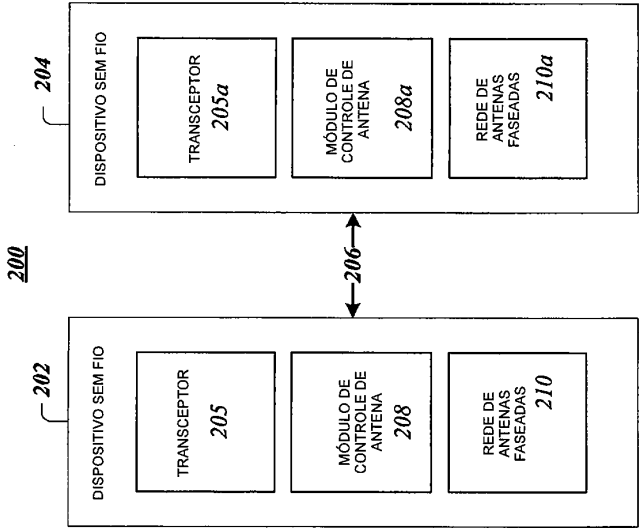
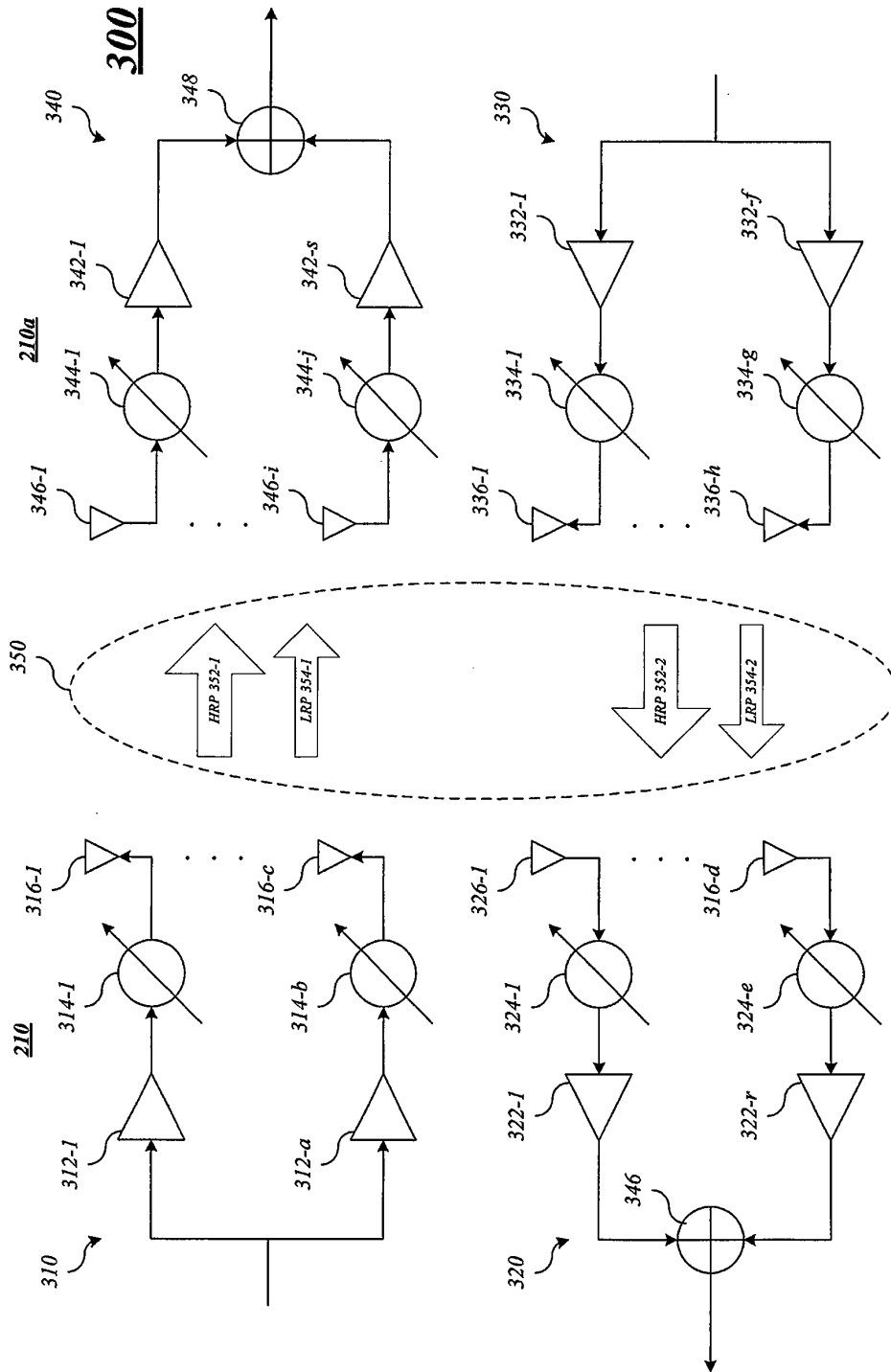
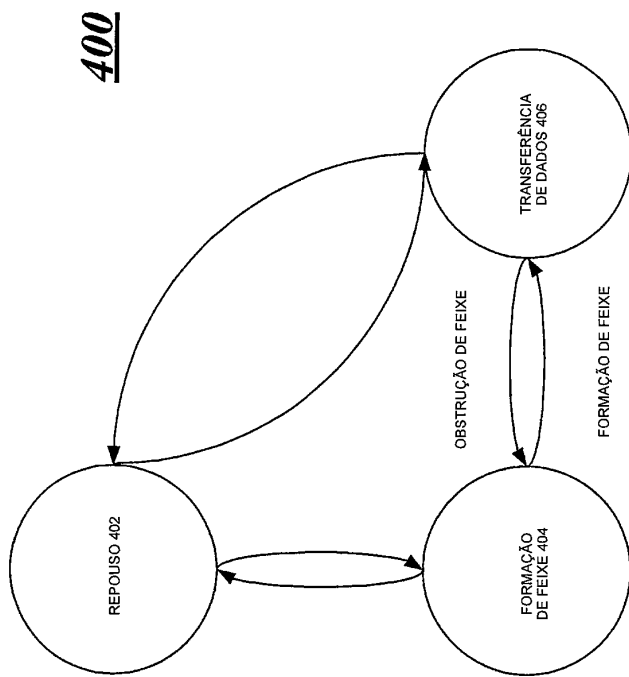


FIG. 2



**FIG. 3**



**FIG. 4**

500

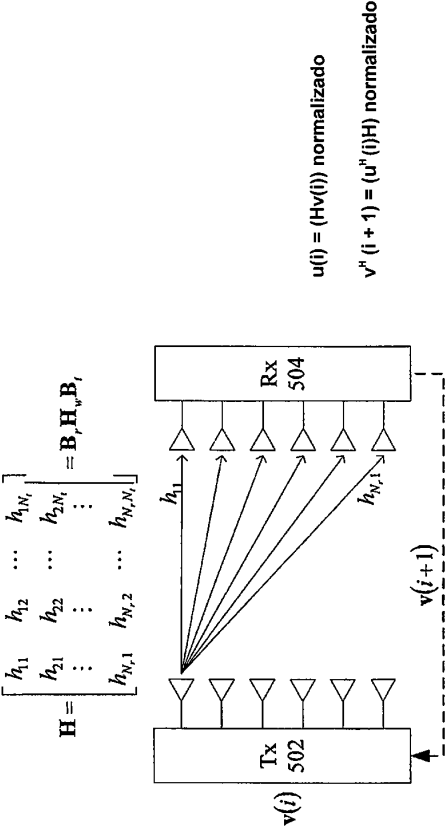
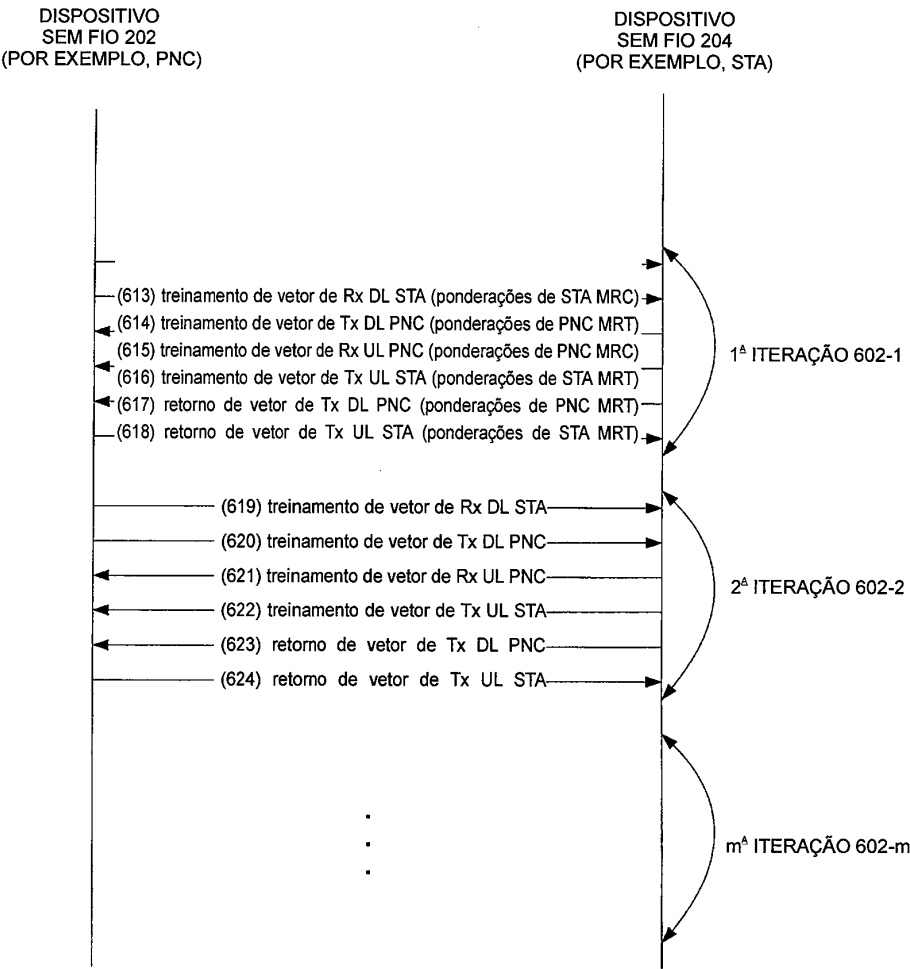


FIG. 5

**600**

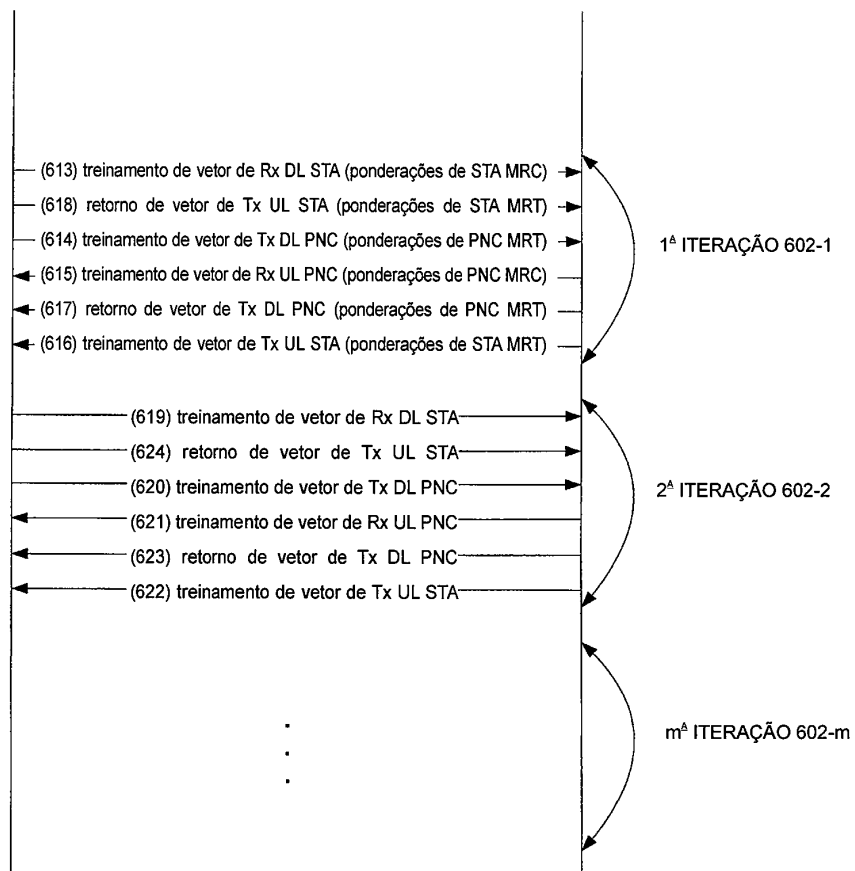


**FIG. 6A**

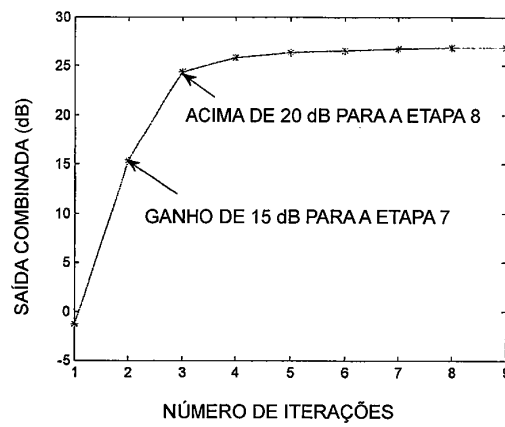
**650**

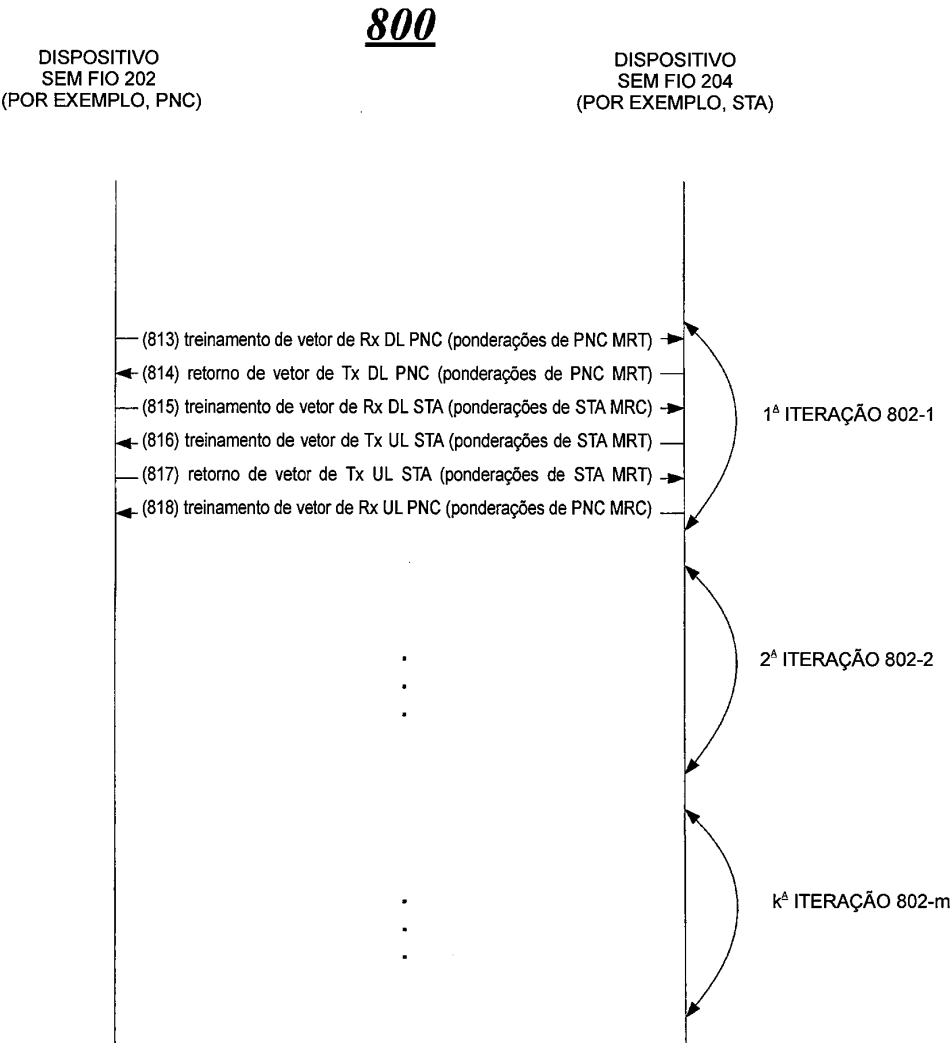
DISPOSITIVO  
SEM FIO 202  
(POR EXEMPLO, PNC)

DISPOSITIVO  
SEM FIO 204  
(POR EXEMPLO, STA)



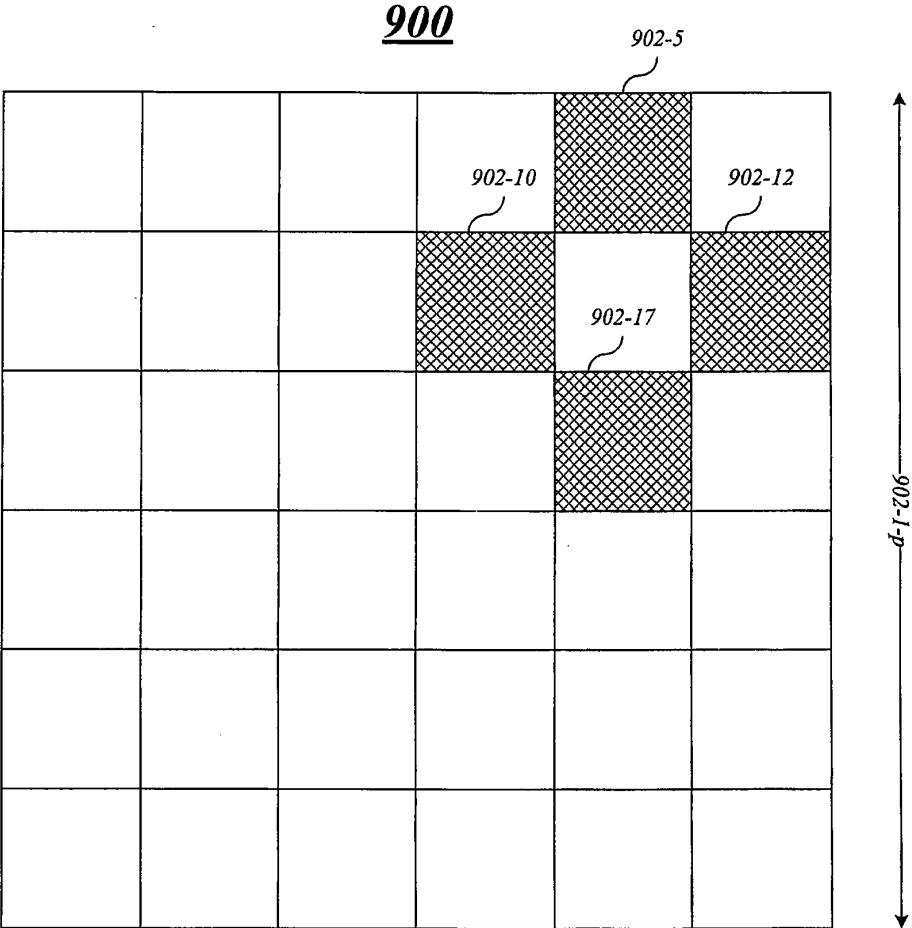
**FIG. 6B**

**700*****FIG. 7***



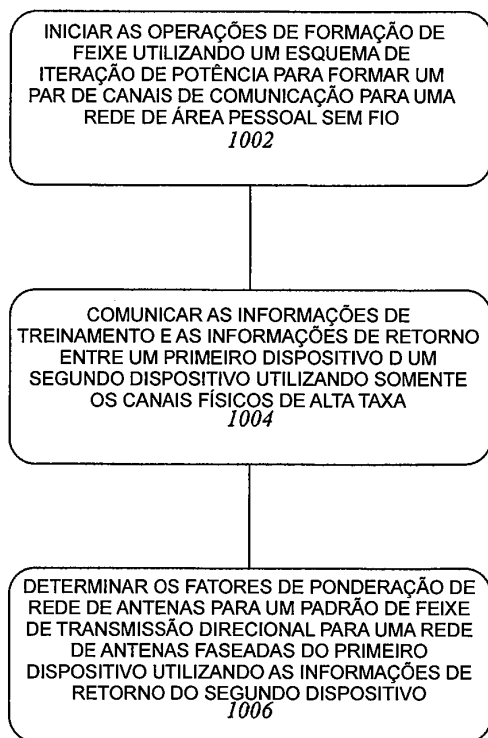
**FIG. 8**



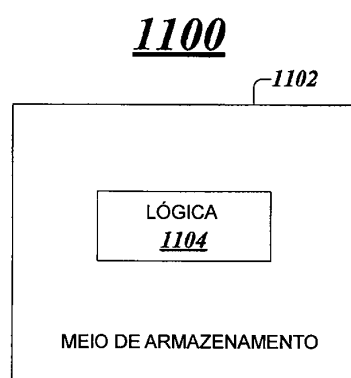


**FIG. 9**

**1000**



***FIG. 10***



***FIG. 11***