República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112017004372-6 B1

(22) Data do Depósito: 30/07/2015

(45) Data de Concessão: 10/10/2023

(54) Título: DETERMINAÇÃO DE TEMPO DE IDA E VOLTA

(51) Int.Cl.: H04B 7/04; H04W 4/02; H04J 3/06.

(30) Prioridade Unionista: 05/09/2014 US 62/046,749; 29/07/2015 US 14/812,975.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): CARLOS HORACIO ALDANA; DIDIER JOHANNES RICHARD VAN NEE; VINCENT KNOWLES JONES IV.

(86) Pedido PCT: PCT US2015042963 de 30/07/2015

(87) Publicação PCT: WO 2016/036455 de 10/03/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 03/03/2017

(57) Resumo: DETERMINAÇÃO DE TEMPO DE IDA E VOLTA. Medições de tempo de ida em volta podem ser obtidas de transações de quadro de gatilho de downlink (DL) e de quadro de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) de uplink (UL), que podem substituir e/ou complementar medições de RTT separadas. Pela implementação de tais técnicas, sistemas sem fio podem tornar o acesso a medições de RTT e, consequentemente, a determinação de localização de APs dentro do sistema, mas facilmente acessível a navegação e/ou outros aplicativos que se beneficiam de tais medições e determinações.

DETERMINAÇÃO DE TEMPO DE IDA E VOLTA

ANTECEDENTES

[0001] Sistemas de comunicação de dados sem fio que utilizam tecnologia de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) são utilizados em padrões tais como IEEE 802.11 e IEEE 802.11ac para permitir que aparelhos sem fio (STAs) se comuniquem com pontos de acessos (APs) a taxa de dados elevadas. Tais sistemas podem ser também utilizados em aplicativos nos quais a localizações de STAs é determinada. A determinação de localização que utiliza medições de tempo de ida em volta (RTT), contudo, é tipicamente efetuada através de transações de medição de RTT que consomem tanto tempo quanto largura de banda.

sumário

[0002] As técnicas aqui descritas proporcionam a aquisição de medições de RTT a partir de transações de quadro de gatilho de downlink (DL) e de quadro MIMO de uplink (UL) que podem substituir e/ou complementar medições de RTT separadas. Pela implementação de tais técnicas, sistemas sem fio podem tornar o acesso a medições de RTT e, consequentemente, a determinação de localização de APs dentro do sistema, mas facilmente acessível à navegação e/ou outros aplicativos que se beneficiam de tais medições e determinações.

[0003] Um método exemplar para calcular RTT entre um primeiro aparelho sem fio e um segundo aparelho sem fio, de acordo com a revelação, compreende enviar um quadro de gatilho de downlink (DL), com o primeiro aparelho sem fio, determinar um primeiro tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro de gatilho DL foi enviado, e receber, no primeiro aparelho sem fio, um quadro de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) de uplink (UL) do segundo aparelho sem fio. O método exemplar inclui também

determinar um segundo tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro MIMO UL foi recebido, e determinar o RTT entre o primeiro aparelho sem fio e o segundo aparelho sem fio com base no primeiro tempo determinado e no segundo tempo determinado.

[0004] O método pode incluir um ou mais dos recursos seguintes. O método pode compreender também determinar o segundo tempo com base também em uma sequência de sincronização dentro do quadro MIMO UL. A sequência de sincronização pode seguir-se ao preâmbulo do quadro MIMO UL. A sequência de sincronização pode compreender uma sequência de Zadofff-chu, uma sequência do tipo Campo de Treinamento Longo (LTF), uma sequência M, uma sequência de Gold, uma sequência de Costas, um conjunto de sequências de Bjork, uma sequência de Kasami, ou uma sequência de Zona de Correlação Zero ou uma combinação delas. O método pode compreender também armazenar o valor do RTT, receber, no primeiro aparelho sem fio, uma solicitação de RTT e, em resposta ao recebimento da solicitação de RTT, enviar o valor armazenado do RTT. Determinar o RTT pode compreender também determinar um valor de afastamento inter-quadro curto (SIFS). O valor de SIFS pode ser determinado a partir de informações fornecidas do segundo aparelho sem fio ao primeiro aparelho sem fio. As informações fornecidas podem ser incluídas no quadro MIMO UL. O valor de SIFS pode ser obtido de um banco de dados.

[0005] Outro método para calcular o tempo de ida em volta (RTT) entre um primeiro aparelho sem fio e um segundo aparelho sem fio, de acordo com a revelação, compreende receber, com o segundo aparelho sem fio, um quadro de gatilho de downlink (DL) enviado pelo primeiro aparelho sem fio, determinar, no segundo aparelho sem fio, um comprimento de quadro de Várias Entradas e Várias Saídas

(MIMO) de uplink (UL), determinar a localização, dentro do quadro MIMO UL, para uma sequência de sincronização e enviar, do segundo aparelho sem fio ao primeiro aparelho sem fio, o quadro MIMO UL com a sequência de sincronização.

[0006] O método pode incluir um ou mais dos recursos seguintes. Determinar a localização da sequência de sincronização pode compreender determinar a localização da sequência de sincronização imediatamente depois do preâmbulo do quadro MIMO UL. Determinar a localização da sequência de sincronização pode compreender determinar a localização da sequência de sincronização do final do quadro MIMO UL. Determinar o comprimento da sequência de sincronização, de modo que o comprimento do quadro MIMO UL Total, inclusive da sequência de sincronização, atinja um determinado comprimento.

[0007] Um primeiro aparelho sem fio exemplar, de acordo com a revelação, compreende uma interface de comunicação sem fio configurada para enviar um quadro de gatilho de downlink (DL), uma memória e uma unidade de processamento comunicativamente acoplada à interface de comunicação sem fio e à memória. A unidade de processamento é configurada para fazer com que o primeiro aparelho sem fio durante um primeiro tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro de gatilho DL foi enviado receba, por meio da interface de comunicação sem fio, um quadro de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) de uplink (UL) de um segundo aparelho sem fio, determine um segundo tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro MIMO UL foi recebido e determine o tempo de ida em volta (RTT) entre o primeiro aparelho sem fio e o segundo aparelho sem fio com base no primeiro tempo determinado e no segundo tempo determinado.

[0008] O primeiro aparelho sem fio pode compreender um ou mais dos recursos seguintes. A unidade de

processamento pode ser também configurada para fazer com que o primeiro aparelho sem fio determine o primeiro tempo também com base em uma sequência de sincronização dentro do quadro MIMO UL. A unidade de processamento pode ser também configurada para fazer com que o primeiro aparelho sem fio armazene o valor do RTT na memória, receba, por meio da interface de comunicação sem fio, uma solicitação de RTT e, em resposta ao recebimento da solicitação de RTT, envie o valor armazenado do RTT por meio da interface de comunicação sem fio. U unidade de processamento pode ser também configurado para fazer com que o primeiro aparelho sem fio determine o RTT determinando um valor de afastamento inter-quadro curto (SIFS). A unidade de processamento pode ser configurada para fazer com que o primeiro aparelho sem fio determine o valor de SIFS a partir de informações fornecidas do segundo aparelho sem fio ao primeiro aparelho sem fio. A unidade de processamento pode ser configurada para fazer com que o primeiro aparelho sem fio extraia as informações fornecidas do quadro MIMO UL. A unidade de processamento pode ser configurada para fazer com que o primeiro aparelho sem fio obtenha o valor de SIFS de um banco de dados.

[0009] Um segundo aparelho sem fio exemplar, de acordo com a revelação, compreende uma interface de comunicação sem fio configurada para receber um quadro de gatilho de downlink (DL) de um primeiro aparelho sem fio, uma memória e uma unidade de processamento comunicativamente acoplada à interface de comunicação sem fio e à memória. A unidade de processamento é configurada para fazer com que o segundo aparelho sem fio determine um comprimento de quadro de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) de uplink (UL), determine a localização, dentro do quadro MIMO UL para uma sequência de sincronização e envie,

ao primeiro aparelho sem fio por meio da interface de comunicação sem fio, o quadro MIMO UL com a sequência de sincronização.

[0010] O segundo aparelho sem fio pode incluir um ou mais dos recursos seguintes. A unidade de processamento pode ser configurada para fazer com que o segundo aparelho sem fio determine a localização da sequência de sincronização imediatamente depois do preâmbulo do quadro MIMO UL. A unidade de processamento pode ser configurada para fazer com que o segundo aparelho sem fio determine a localização da sequência de sincronização no final do quadro MIMO UL. A unidade de processamento pode ser configurada para fazer com que o segundo aparelho sem fio determine o comprimento da sequência de sincronização de modo que o comprimento do quadro MIMO UL TOTAL inclusive da sequência de sincronização, atinja um determinado comprimento.

[0011] Um primeiro aparelho sem fio exemplar, de acordo com a descrição, inclui um dispositivo para enviar um quadro de gatilho de downlink (DL), um dispositivo para determinar um primeiro tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro de gatilho DL foi enviado, um dispositivo para receber um quadro de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) UL de um segundo aparelho sem fio, um dispositivo para determinar um segundo tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro MIMO UL foi recebido, e um dispositivo para calcular o valor de tempo de ida em volta (RTT) para o RTT entre o primeiro aparelho sem fio e o segundo aparelho sem fio com base no primeiro tempo determinado e no segundo tempo determinado.

[0012] O primeiro aparelho sem fio pode incluir um ou mais dos recursos seguintes. O primeiro aparelho sem fio pode incluir um dispositivo para basear o

segundo tempo determinado em uma sequência de sincronização dentro do quadro MIMO UL. O primeiro aparelho sem fio pode incluir um dispositivo para armazenar o valor de RTT, um dispositivo para receber, no primeiro aparelho sem fio, uma solicitação de RTT e um dispositivo para, em resposta ao recebimento da solicitação de RTT, enviar o valor armazenado do RTT. O primeiro aparelho sem fio pode incluir um dispositivo para determinar um valor de afastamento inter-quadro curto (SIFS). O primeiro aparelho sem fio pode incluir um dispositivo para determinar o valor de SIFS a partir de informações fornecidas do segundo aparelho sem fio ao primeiro aparelho sem fio. O primeiro aparelho sem fio pode incluir um dispositivo para extrair as informações fornecidas do quadro MIMO UL. O primeiro aparelho sem fio pode incluir um dispositivo para obter o valor de SIFS de um banco de dados.

[0013] Um segundo aparelho sem fio exemplar, de acordo com a descrição, inclui um dispositivo para receber um quadro de gatilho de downlink (DL) enviado por um primeiro aparelho sem fio, um dispositivo para determinar o comprimento de quadro de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) de uplink (UL), um dispositivo para determinar a localização, dentro do quadro MIMO UL, de uma sequência de sincronização, e um dispositivo para enviar, ao primeiro aparelho sem fio, o quadro MIMO UL com a sequência de sincronização.

[0014] O segundo aparelho sem fio pode incluir um ou mais dos recursos seguintes. O segundo aparelho sem fio pode incluir um dispositivo para localizar a sequência de sincronização imediatamente depois do preâmbulo do quadro MIMO UL. O segundo aparelho sem fio pode incluir um dispositivo localizar a sequência de sincronização no final do quadro MIMO UL. O segundo aparelho sem fio pode incluir

um dispositivo para determinar o comprimento da sequência de sincronização de modo que o comprimento do quadro MIMO UL TOTAL, inclusive da sequência de sincronização, atinja um determinado comprimento.

[0015] Um meio passível de leitura por computador não transitório exemplar, de acordo com a revelação, tem instruções embutidas nele para calcular o tempo de ida em volta (RTT) entre um primeiro aparelho sem fio e um segundo aparelho sem fio. As instruções compreendem um código de computador para enviar um quadro de gatilho de downlink (DL) ao primeiro aparelho sem fio, determinar um primeiro tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro de gatilho DL foi enviado, receber, no primeiro aparelho sem fio, um quadro de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) de uplink (UL) do segundo aparelho sem fio, determinar um segundo tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro MIMO UL foi recebido, e determinar o RTT entre o primeiro aparelho sem fio e o segundo aparelho sem fio, com base no primeiro tempo determinado e no segundo tempo determinado.

[0016] O meio passível de leitura por computador não transitório pode compreender também um código de computador para implementar um ou mais dos recursos seguintes. O código de computador para determinar o segundo tempo pode incluir um código de computador para basear a determinação do segundo tempo em uma sequência de sincronização dentro do quadro MIMO UL. O meio passível de leitura por computador pode compreender também um código de computador para armazenar o valor do RTT, receber, no primeiro aparelho sem fio, uma solicitação de RTT e, em resposta, ao recebimento da solicitação de RTT, enviar o valor armazenado do RTT.

[0017] Outro meio passível de leitura por computador não transitório exemplar, de acordo com a revelação, tem instruções embutidas nele para calcular o tempo de ida em volta (RTT) entre um primeiro aparelho sem fio e um segundo aparelho sem fio. As instruções compreendem um código de computador para receber, com o segundo aparelho sem fio, um quadro de gatilho de downlink (DL)(enviado) para o primeiro aparelho sem fio, determinar, no segundo aparelho sem fio, um comprimento de quadro de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) de uplink (UL). Determinar a localização, dentro do quadro MIMO UL, de uma sequência de sincronização, e enviar, do segundo aparelho sem fio ao primeiro aparelho sem fio, o quadro MIMO UL com a sequência de sincronização.

[0018] O meio passível de leitura por computador não transitório pode compreender também um código de computador para implementar um ou mais dos recursos seguintes. O código de computador para determinar a localização da sequência de sincronização pode compreender um código de computador para determinar a localização da sequência de sincronização imediatamente depois do preâmbulo do quadro MIMO UL. O meio passível de leitura por computador pode compreender também um código de computador para determinar o comprimento da sequência de sincronização de modo que o comprimento do quadro MIMO UL TOTAL, inclusive da sequência de sincronização, atinja um determinado comprimento.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

[0019] Um entendimento da natureza e vantagens de diversas modalidades pode ser obtido por referência às figuras seguintes.

[0020] A Figura 1 mostra uma configuração básica na qual o Tempo de Ida e Volta (RTT) pode ser obtido

a partir de quadros de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) de uplink (UL), de acordo com uma modalidade.

[0021] A Figura 2 é um diagrama de temporização simplificado que mostra uma modalidade para computar RTT entre o AP e STAs mostrados na Figura 1.

[0022] A Figura 3 é um diagrama de temporização simplificado que mostra uma modalidade alternativa à Figura 2.

[0023] As Figuras 4A-4D mostram os conteúdos genéricos dos quadros MIMO UL, de acordo com várias modalidades.

[0024] A Figura 5 mostra um exemplo de solução para determinar uma sequência do tipo LTE utilizando-se otimização convexa, de acordo com uma modalidade.

[0025] A Figura 6 é um diagrama de fluxos que mostra uma modalidade de método para calcular RTT de um primeiro aparelho sem fio para um segundo aparelho sem fio.

[0026] A Figura 7 é um diagrama de fluxos que mostra uma modalidade de método que fornece um quadro MIMO UL para calcular RTT.

[0027] A Figura 8 é um diagrama de blocos de uma modalidade de aparelho sem fio.

[0028] A Figura 9 é um diagrama de blocos de uma modalidade de sistema de computação.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0029] Os sistemas de comunicação sem fio podem compreender aparelhos sem fio e pontos de acesso (APs). Os aparelhos sem fio podem ser configurados como estações (STAs) móveis que podem comunicar-se diretamente uma com as outras ou através dos APs. Padrões tais como IEEE 802.11ac, 802.11ad, 802.11v, 802.11mc, etc. são comumente utilizados para tais comunicações. Este padrões podem incluir especificações de erros para assegurara

qualidade de comunicação. As STAs podem compreender aparelhos tais como telefones móveis, notebooks, tablet, tocadores de meios portáteis, sistemas para jogar portáteis e/ou outros aparelhos sem fio que podem utilizar estes ou outros padrões sem fio.

[0030] Os sistemas de comunicação sem fio podem utilizar também tecnologia de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) para permitir que APs e STAs transfiram mais dados ao mesmo tempo. A tecnologia MIMO é utilizada em diversos padrões, inclusive o IEEE 802.11n, 802.11ac e o 802.11ax vindouro. Um quadro de gatilho de downlink (DL) é uma comunicação de um para muitos na qual um AP é capaz de enviar um único pacote a uma série de STAs para ordenar a comunicação dentro do sistema sem fio. Quadros MIMO de uplink (UL) são enviados em resposta, em que uma série de STAs envia quadros MIMO UL a um AP de comunicação de muitos para um.

[0031] Tradicionalmente, não há nada nativo na transação de quadro de gatilho DL/quadro MIMO UL que proporcione a determinação do tempo de ida em volta (RTT). Entretanto, as medições de RTT são valiosas em um sistema sem fio uma vez que elas podem ser benéficas em muitos aplicativos nos quais a localização das STAs ou faixa entre as STAs e/ou outros aparelhos dentro do sistema sem fio é determinada. técnicas tradicionais para determinar RTT são através da utiliza de uma troca separada de mensagens ou diálogos entre um AP e uma ou mais STAs, o que pode custar tempo e largura de banda adicionais. As técnicas aqui descritas, contudo proporcionam a utilização de recursos de quadros MIMO UL para determinar o tempo de ida e volta (RTT) entre o AP e as STAs sem a necessidade de uma transação de RTT separada.

[0032] Em geral, as modalidades aqui descritas podem referir-se a comunicações sem fio para aparelhos que utilizam rede de área local sem fio (WLAN), de acordo com diversos padrões de troca de mensagens IEEE 802.11. As modalidades podem adquirir medições de RTT utilizando quadros MIMO UL, que podem ser então armazenadas ou fornecidas a aplicativos sob demanda, substituindo ou complementando as medições de RTT separadas. Os APs podem transmitir ou receber sinais sem fio que seguem padrões IEEE 802.11, tais como 802.11g, 802.11n, 802.11ac, 802.11ad, etc. Em algumas modalidades, as STAs podem estar em conformidade com o 802.11ac, o 802.11v e/ou com padrões 802.11REVmc, transmitindo ou recebendo ao mesmo tempo sinais de várias antenas. Em algumas modalidades, o conteúdo e/ou utilização de quadros MIMO UL, conforme aqui descrito, podem ser codificados em padrões 802.11 revisados. Em alguns casos, um aparelho sem fio (um telefone móvel, por exemplo) pode atuar como um AP e/ou uma STA. Além disto, uma vez que um AP pode funcionar como uma STA em determinados cenários, o termo STA, conforme aqui utilizado, refere-se mais especificamente a uma STA não AP.

[0033] Isso dito, deve ficar entendido que as técnicas aqui descritas podem ser utilizadas em outras aplicações, com outros aparelhos sem fio e/ou utilizando-se outros padrões sem fio. Especificamente, embora as presentes modalidades descrevam aqui a utilização de um quadro DL e um quadro MIMO UL. As presentes técnicas podem utilizar um ou mais tipos de quadros diferentes para determinar o RTT de maneira semelhante às técnicas aqui descritas.

[0034] A Figura 1 é um desenho simplificado que ajuda mostrar uma configuração básica na qual o RTT pode ser obtido de quadros MIMO UL, de acordo com uma

modalidade. Aqui, um AP pode comunicar-se com três STAs - STA1, STA2 e STA3 – utilizando sinais de comunicação sem fio 110. Os sinais de comunicação sem fio 110 podem incluir quadros UL e/ou DL, conforme aqui descrito em seguida. As STAs podem comunicar-se adicionalmente uma com as outras por meio de dispositivos semelhantes. STAs e/ou APs adicionais (não mostrados) podem ser parte do mesmo sistema sem fio (WLAN, por exemplo). Alguns dos sistemas sem fio podem ter menos STAs. O AP pode obter informações de RTT utilizando quadros MIMO UL enviados das STAs, conforme descrito em seguida. Deve ficar entendido que as técnicas aqui descritas podem ser utilizadas em sistemas que têm configurações e/ou componentes diferentes dos mostrados. Além do mais, os sistemas sem fio podem incluir outros tipos do aparelho sem fio. Os versados na técnica reconhecerão estas e outras variações na modalidade mostrada na Figura 1. As STAs e/ou o AP podem corresponder ao aparelho sem fio 800 descrito na Figura 8 e/ou podem incorporar componentes de um computador, tal como o sistema de computação 900 da Figura 9.

[0035] A Figura 2 é um diagrama de temporização simplificado que mostra uma modalidade para computar o RTT entre o AP e as STAs mostrados na Figura 1 (observe-se que o RTT propriamente dito não é mostrado). Aqui, o AP transmite um Quadro de Gatilho DL 210 no tempo de um T1 e recebe respostas da STA1, STA2 e STA3 nos tempos $T4_1$, $t4_2$, e $T4_3$, respectivamente. Aqui, os tempos T1, $T4_1$, $t4_2$ e $T4_3$ são definidos ao fim de pacotes, mais modalidades alternativas podem ter tempos em locais diferentes dos pacotes, o que pode depender de onde as sequências de sincronização são localizadas dentro dos pacotes. São aqui apresentadas em seguida informações adicionais referentes à sequências de sincronização. O tempo de vôo (TOF) é o tempo

que leva os sinais de radiofrequência (RF) se desloquem até uma STE a partir de uma AP e vive-versa, isto varia dependendo da distância entre o AP e a STA e indica, portanto, a distância.

[0036] O conteúdo do Quadro de Gatilho DL 210 pode variar, dependendo da funcionalidade desejada. Em algumas modalidades o Quadro de Gatilho DL 210 pode incluir um grupo

de outros identificadores para endereçar um subconjunto de STAs no sistema sem fio. Por exemplo, o sistema sem fio no qual há 100 STAs o Quadro de Gatilho DL 210 pode incluir um ID de grupo de um grupo ao qual a STA1, STA2 e a STA3 pertencem (em uma modalidade na qual as 100 STAs de 34 Grupos – 33 grupos de três em um grupo de uma – o AP pode repetir então o processo 33 vezes adicionais – cada ID de grupo único – para obter quadros MIMO UL de todas as STAs).

[0037] O recebimento do Quadro de Gatilho DL 210 por cada uma das STAs efetua prompt para que a STA responda com um quadro MIMO UL, de acordo com um protocolo de transação de Quadro de Gatilho DL 210/quadro MIMO UL padrão. Conforme mostrado na Figura 2, a STA1, STA2 e a STA3 respondem com o quadro MIMO UL1, o quadro MIMO UL2 e o quadro MIMO UL3, respectivamente.

[0038] O Espaço Inter-Quadro Curto (SIFS) é a quantidade de tempo para uma dada interface sem fio processar um quadro recebido e responder com um quadro de resposta. Em algumas modalidades, o SIFS é medido como o tempo decorrido entre a primeira amostra do quadro de resposta no ar e a última amostra do quadro recebido no ar. Em uma modalidade o SIFS pode ser constituído de diversos retardos de receptor cumulativos, tais como processamento RF (retardo de processamento de camada física e retardo de

processamento de camada MAC). Em uma modalidade o SIFS compreende o afastamento inter-quadro medido no tempo de cada quadro MIMO UL (e, portanto, os tempos $T4_1$, $t4_2$ e $T4_3$), que pode não ser o mesmo e pode variar devido a diferenças no hardware e/ou software da fabricação de cada uma das STAs e/ou outros fatores. Em algumas modalidades, o SIFS pode ser determinado e armazenado na STA; em tais modalidades o SIFS pode ser fornecido pela STA ao AP. Em uma modalidade, o SIFS pode ser enviado pela STA ao AP, por exemplo, no quadro MIMO UL ou outra resposta ao Quadro de Gatilho DL, tal como em um quadro de resposta adicional. Em algumas modalidades, o SIFS pode ser obtido em outro lugar, tal como em um banco de dados acessível ao AP, por exemplo, em um servidor tal como um servidor de localização. Isto permite que AP calcule o RTT para cada uma das STAs da maneira seguinte:

$$RTT(i) = T4_{(i)} - T1 - SIFS(i) - L_{Frame(i)} \qquad (1)$$

onde i é 1, ou 3 e $L_Frame(i)$ é um comprimento (medido no tempo) do Quadro MIMO UL da STA. Além disto, cada STA pode apresentar uma margem de erro para seu respectivo SIFS, que é tipicamente conhecido para um dado tipo de STA. assim:

$$SIFS(i) = SIFS_{ideal} \pm k(i) \qquad (2)$$

onde $SIFS_{ideal}$ é o sistemas ideal e $k(i)$ é um número inteiro que indica a margem de erro (em algumas ocorrências, por exemplo, k = 10ns).

[0039] A Figura 3 é um diagrama de temporização simplificado que mostra uma modalidade

alternativa para computar o RTT entre o Ap e as STAs mostrados na Figura 1. Aqui, o quadro de gatilho DL 310 e os Quadros MIMO UL 330 e 340 são semelhantes as quadros correspondentes da Figura 2. Exceto pelo fato de que as sequências de sincronização estão agora localizadas depois do preâmbulo dos quadros MIMO UL, que é perto da frete, e não no final do quadro. No caso de o preâmbulo do quadro MIMO UL ter o mesmo comprimento L_{packet}, o RTT pode ser calculado da maneira seguinte:

$$RTT(i) = T4_{(i)} - T1 - SIFS(i) - L_{Packet} \qquad (3)$$

[0040] Os versados na técnica entenderão que as equações (1) e (3) podem ser também alteradas de modo a se adaptarem a quando, durante o recebimento do quadro MIMO UL $T4_1$ é determinado (que corresponde a quando a sequência de sincronização no quadro MIMO UL é completada, por exemplo). As modalidades podem, portanto, determinar como utilizar sequências de sincronização em quadros MIMO UL, e determinar os RTT para os quadros MIMO UL.

[0041] As Figuras 4A-4D mostram os conteúdos genéricos dos quadros MIMO UL. de acordo com diversas modalidades, em referência às três STAs na configuração mostrada na Figura 1. Os conteúdos dos quadros MIMO UL podem variar, dependendo da funcionalidade desejada. Na modalidades mostradas, os quadros incluem preâmbulos, dados e sequências de sincronização. Os preâmbulos podem ser utilizados, por exemplo, para orientar aparelhos legados a interromper a transmissão de dados. As sequências de sincronização podem ajudar a sinalizar os aparelhos e aperfeiçoar a precisão de marcas de tempo de tempo de chegada relacionadas com a comunicação de dados dentro do sistema sem fio. Modalidades alternativas podem incluir tipos de dados adicionais, alternativos ou em menor número.

Por exemplo, um quadro MIMO UL com uma grande quantidade de dados pode ter várias sequências de sincronização entremeadas ao longo de todo o quadro.

[0042] As Figuras 4A e 4B mostram modalidades nas quais as sequências de sincronização (rotuladas como Sinc 1, Sinc 2 e Sinc 3, que correspondem a quadros MIMO UL da STA1, STA2 e STA3, respectivamente, estão localizadas no final dos quadros MIMO UL. Conforme mostrado na Figura 2, para modalidades nas quais as sequências de sincronização estão localizadas no final dos quadros MIMO UL, o AP pode calcular os $T4_1$, $t4_2$ e $T4_3$ no ou perto do final de cada quadro MIMO UL.

[0043] A Figura 4A mostra como o comprimento de sequências de sincronização pode ser estendido para ajudar a "encher" um quadro MIMO UL de modo a assegurar que ele satisfaça determinado comprimento que pode ser exigido por um padrão regulador para quadros MIMO UL. Em algumas modalidades o Quadro de Gatilho DL (O Quadro de Gatilho DL 210 da Figura 2, por exemplo) pode especificar este comprimento. Em algumas modalidades, este comprimento pode ser predeterminado (como parte de um padrão, por exemplo) ou especificado em outra comunicação. Para se atingir o determinado comprimento, as sequências de sincronização Sinc 1, Sinc 2 e Sinc 3 podem ser deslocamentos cíclicos uma das outras para ajudar a assegurar a ortogonalidade. Como exemplo genérico a Sinc 1 pode incluir os componentes A, B e C, nessa ordem, ao passo que a Sinc 2 pode incluir os componentes B, C e A e a Sinc 3 inclui C, A e B. A Figura 4B, por outro lado, é uma modalidade na qual os quadros MIMO UL não precisam satisfazer um determinado comprimento, o que pode ser uma técnica benéfica para economia de energia entre as STAs.

[0044] As Figuras 4C e 4D mostram modalidades nas quais as sequências de sincronização se seguem diretamente ao preâmbulo dos quadros MIMO UL, o que pode ajudar com a estimação de canal, mas pode estar sujeito a desvio de relógio entre os aparelhos. Conforme mostrado na Figura 3, para modalidades nas quais as sequências de sincronização estão localizadas depois do preâmbulo dos quadros MIMO UL, o AP pode calcular os tempos $T4_1$, $t4_2$ e $T4_3$ no ou perto do final da sequência de sincronização dentro de cada quadro MIMO UL. A Figura 4C mostra uma modalidade de economia de energia semelhante à Figura 4B, mas com as sequências de sincronização precedendo os dados. E a Figura 4D mostra quadros MIMO UL que podem permitir que as STAs sejam sincronizadas sem transmitir quaisquer outros dados.

[0045] Os tipos de sequência de sincronização nas modalidades aqui apresentadas podem variar, dependendo da funcionalidade desejada. Algumas modalidades podem incluir, por exemplo, uma sequência de Zadoff-chu, tal como as utilizadas em sistemas sem fio da evolução de longo prazo (LTE) para um sinal de sincronização primário (PSS).

[0046] Em um exemplo específico, a sequência de Zadoff-chu é periódica, com um período N = 63 e um deslocamento cíclico M = {25,29,34}. Neste caso, a auto-correlação de uma sequência de comprimento primitivo com uma versão deslocada ciclicamente dela mesma é zero. Entretanto, a auto-correlação perfeita pode ser perdida quando há deslocamento de frequência ou quando uma DC zero é posta em vigor. A correlação cruzada entre duas sequências de comprimento primitivo é constante desde que u – u2 seja primitivo com relação a N. Assim, no caso de u = 29 e u = 25, u1 u2 = 4. Uma vez que 4 não tem fatores comuns relativos com 63, a correlação cruzada é constante. O mesmo é verdadeiro no caso de u1 = 34, u2 = 29. Em outras

modalidades podem ser utilizados outros valores para N e/ou M.

[0047] Outras sequências de sincronização que podem ser utilizadas nas modalidades aqui apresentadas incluem sequências de sincronização do tipo Campo de Treinamento Longo LTF. Exemplos de sequências do tipo LTF incluem sequências que são periódicas com um período de 3,2 µs. Em determinadas implementações, há pouco escapamento espectral e uma razão pico-média aceitável PAR aceitável pode ser elevada (de até 12 dB, por exemplo).

[0048] Em algumas modalidades, uma busca de constelação a + 1 – 1 pode ser efetuada para determinar as sequências do tipo LTF. Em algumas modalidades, as sequências podem ser determinadas a partir de qualquer constelação possível. No caso, de um sistema sem fio utilizar uma duração de símbolo de 4x (tal como o IEEE 802.11ax), o espaço de busca por aumentar substancialmente. Por exemplo, no caso de as sequências terem um período de 3,2 µs a duração de símbolo é de 12,9 µs. Os 64 tons tipicamente utilizados no espectro de 20 MHz, por exemplo, são então aumentados até 256 tons, do que resulta um espaço de busca muito maior. O número de tons em sequências mais elevadas é bem maior.

[0049] A otimização convexa pode ser utilizada para solucionar este problema de maneira eficaz sem a busca do espaço de busca inteiro. As Figuras 5A e 5B mostram um exemplo de tal solução.

[0050] As Figuras 5A e 5B são gráficos de auto-correlação do problema da otimização convexa N_tones = 56 (isto é, 56 tons de dados), onde o objeto é reduzir ao mínimo t, o valor de retardo para todos os retardos diferentes da correlação cruzada, sujeito às condições seguintes:

$$\|Q(:,:,jj)\,X\| <= t;\ jj \geq 1 \quad (4)$$

$$\|X(k)\| <= 1;\ -\frac{N_tones}{2} \leq k \leq \frac{N_tones}{2} - 1 \quad (5)$$

Onde *X* é um vetor no domínio da frequência e *Q(;,;,jj)X* é a correlação cruzada para cada retardo, onde *Q(;.;,jj)* é a raiz quadrada de *W'C(jj)RW, W* é a matriz de Transformada de Fourrier Rápida Inversa (IFFT), R é a matriz anti-diagonal e *C(jj)* é a matriz convolucional que descreve o jj-ésimo retardo.

[0051] A Figura 1A mostra a solução para Nfft = 56 (que corresponde ao número de tons de dados (onde a Figura 5B o gráfico à direita mostra a solução para Nfft = 64. Aqui pode se ver que os picos mais agudos 510 da Figura 5A (comparados com os picos 520 da Figura 5B) indicam que a solução para Nfft = 56 é uma solução melhor. Isto pode resultar em uma temporização mais precisa entre os aparelhos sem fio (pode-se observar que, na prática, fatores de corrupção tais como multi-percurso podem erodir a agudeza dos picos mostrados nas Figuras 5A e 5B).

[0052] Outras sequências de sincronização possíveis podem incluir, mas não estão limitadas a, sequências M, sequências de Gold, sequências de Costas (o comprimento pode ser N = Q(Q + 1), onde Q é uma razão principal-lateral constante), conjuntos de sequências de Bjork, sequências de Kasami, sequências de Zona de Correlação Zero e semelhantes.

[0053] Em resumo, a utilização de tais sequências de sincronização pode proporcionar a determinação precisa de tempos, tais como $T4_1$, $t4_2$ e $T4_3$ nas Figuras 2 e 3, que são utilizados para determinar o RTT para STA1, STA 2 e STA3, respectivamente. Sequências de

sincronização eficazes podem resultar, portanto, em valores de RTT precisos. Estes RTTs podem ser calculados por um AP para alguns ou todos os quadros MIMO UL. Permitindo que um aparelho apresente um valor de RTT para uma STA específica mediante solicitação (como, por exemplo,pela STA, por um servidor de rede), sem a realização de medições de RTT separadas. Isto dito, os processos aqui descritos podem ser utilizados para complementar outras técnicas para determinar o RTT. Além do mais, em algumas modalidades, o AP pode fornecer dados para calcular um valor do RTT a outro aparelho para efetuar o cálculo.

[0054] Deve ficar entendido que as modalidades incluem diversos métodos para determinar o RTT a partir de um quadro MIMO UL, conforme revelado acima.. Por exemplo, uma modalidade pode incluir um método 600 para calcular o RTT de um primeiro aparelho sem fio (um AP, por exemplo) para um segundo aparelho sem fio (uma STA, por exemplo) mostrados pelo fluxograma da Figura 6. Os versados na técnica reconhecerão que modalidades alternativas podem incluir métodos nos quais os componentes mostrados na Figura 6 são redispostos, omitidos, fundidos, separados e/ou senão alterados. Os dispositivos para executar um ou mais dos componentes mostrados na Figura 6 podem incluir um ou mais componentes de um aparelho sem fio, tais como a STA1, STA 2 e STA3 da Figura 1, o aparelho sem fio 800 mostrado na Figura 8 e/ou um aparelho de computação, tal como o sistema de computação 900 mostrado na Figura 9. Em algumas modalidades, o AP de um sistema sem fio executa alguns ou todos os blocos mostrados na Figura 6.

[0055] No bloco 610, um quadro de gatilho DL é enviado com o primeiro aparelho sem fio. Conforme indicado anteriormente, o quadro de gatilho DL (o item 210 da Figura 2, o item 310 da Figura 3, por exemplo) pode ser uma

mensagem que faz com que uma ou mais STAs respondam enviando um quadro MIMO UL. Em algumas modalidades, o quadro de gatilho DL pode incluir instruções para enviar o quadro MIMO UL, tal como o comprimento de quadro especificado, requisitos para incluir um valor de SIFS e semelhantes. A funcionalidade no bloco 610 pode ser executada, por exemplo, pela unidade de processamento 910, pelo barramento 905, pela interface de comunicação sem fio 933, pela memória operacional 935, pelo sistema operacional 940 e/ou pelo aplicativo ou aplicativos 945 de um sistema de computação, conforme mostrado na Figura 9.

[0056] A funcionalidade no bloco 620 inclui determinar um primeiro tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro de gatilho DL foi enviado. Conforme indicado nas modalidades apresentadas acima, este tempo T1 nas equações (1) e (3), por exemplo, pode ser determinado pelo tempo no qual o enviado no qual o quadro de gatilho DL está completo (isto é, no final do quadro de gatilho DL). Em outras modalidades, contudo, este primeiro tempo pode ser determinado em ao longo outro ponto com relação ao quadro de gatilho DL. A funcionalidade do bloco 620 pode ser executada, por exemplo, pela unidade de processamento 910, pelo barramento 905, pela memória operacional 935, pelo sistema operacional 940 e/ou pelo aplicativo ou aplicativos 945 de um sistema de computador, conforme mostrado na Figura 9.

[0057] No bloco 630, um quadro MIMO UL de um segundo aparelho sem fio é recebido no primeiro aparelho sem fio. Conforme indicado, nas modalidades aqui apresentadas, o quadro MIMO UL pode incluir um ou mais de: um preâmbulo, dados ou uma sequência de sincronização. O quadro MIMO UL, assim como o conteúdo do quadro de gatilho DL e/ou outros aspectos da funcionalidade de um ou mais dos

blocos mostrados na Figura 6 podem ser regulados por padrões aplicáveis.. A funcionalidade do bloco 630 pode ser executada, por exemplo, pela unidade de processamento 910, pelo barramento 905, pela interface de comunicação sem fio 933, pela memória operacional 935, pelo sistema operacional 940 e/ou pelo aplicativo ou aplicativos 945 de um sistema de computação, conforme mostrado na Figura 9.

[0058] No bloco 640, é determinado um segundo tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro MIMO UL foi recebido. Conforme mostrado nas diversas modalidades acima, o segundo tempo ($T4_x$, nas equações (1) e (3), por exemplo) pode ser baseado em quando, no quadro MIMO UL uma sequência de sincronização é recebida pelo primeiro aparelho sem fio. Conforme aqui indicado acima, a sequência de sincronização pode ser incluída no final do quadro MIMO UL ou seguir-se diretamente depois do preâmbulo. Algumas modalidades podem incluir a sequência de sincronização em qualquer outro lugar no quadro MIMO UL. Além do mais, algumas modalidades pode proporcionar várias sequências de sincronização dentro do quadro MIMO UL. Conforme indicado anteriormente, as sequências de sincronização podem compreender pelo menos uma de uma sequência de Zadoff-chu, uma sequência do tipo Campo de Treinamento Longo (LTF), uma sequência M, uma sequência de Gold, uma sequência de Costas, um conjunto de sequências de Bjork, uma sequência de Kasami ou uma sequência de Zona de Correlação Zero. A funcionalidade no bloco 640 pode ser executada, por exemplo, pela unidade de processamento 910, pelo barramento 905, pela memória operacional 935, pelo sistema operacional 940 e/ou pelo aplicativo ou aplicativos 945 de um sistema de computação, conforme mostrado na Figura 9.

[0061] A Figura 7 é um fluxograma de um método para prover um quadro MIMO UL para cálculo de RTT, de

acordo com uma modalidade, que corresponde à funcionalidade executada pelo segundo aparelho sem fio referido na Figura 6. Mais uma vez, os versados na técnica reconhecerão que modalidades alternativas podem incluir métodos nos quais os componentes mostrados na Figura 7 são redispostos, omitidos, fundidos, separados e/ou senão alterados. Os dispositivos para executar um ou mais dos componentes mostrados na Figura 6 podem incluir um ou mais componentes de um aparelho sem fio, tal como o aparelho sem fio 800 mostrado na Figura 8 e/ou um aparelho de computação, tal como o sistema de computação 900 mostrado na Figura 9. Em algumas modalidades, uma STA de um sistema sem fio executa alguns ou todos os blocos mostrados na Figura 7.

[0062] No bloco 710, um quadro de gatilho DL do primeiro aparelho sem fio é recebido. Conforme indicado acima, o primeiro aparelho sem fio pode ser um AP e o quadro de gatilho DL pode conformar-se a determinados padrões regulatórios. O quadro de gatilho DL pode incluir informações e/ou requisitos (comprimento de quadro, por exemplo) para um quadro MIMO UL gerado em resposta. A funcionalidade no bloco 710 pode ser executada, por exemplo pela unidade de processamento 810, pelo DSP 820, pelo barramento 805, pela interface de comunicação sem fio 830, pela antena ou antenas de comunicação sem fio 832 e/ou pela memória 860 de um aparelho sem fio 800, conforme mostrado na Figura 8.

[0063] Opcionalmente (indicado por linhas tracejadas), no bloco 720, o método 700 inclui determinar um comprimento de quadro MIMO UL. Conforme indicado anteriormente, o comprimento do quadro MIMO UL pode ser um determinado comprimento (conforme mostrado na Figura 4A), que pode ser indicado no quadro de gatilho DL e/ou ditado por um padrão regulatório. Em tais casos, o comprimento de

uma sequência de sincronização pode ser também determinada como "enchendo" o quadro de modo que o quadro satisfaça o determinado comprimento. Em outras modalidades, o comprimento do quadro MIMO UL pode ser variável (conforme mostrado nas Figuras 4B e 4C). A funcionalidade no bloco 720 pode ser executada, por exemplo, pela unidade de processamento 810, pelo DSP 820, pelo barramento 805 e/ou pela memória 860 de um aparelho sem fio 800, conforme mostrado na Figura 8.

[0064] No bloco 730, o método 700 inclui opcionalmente determinar a localização, dentro do quadro MIMO UL, para uma sequência de sincronização. Semelhante ao comprimento do quadro MIMO UL, a localização da sequência de sincronização pode ser ditada por um padrão regulatório e/ou indicada no quadro de gatilho DL. Além do mais, conforme indicado em outro lugar, um quadro MIMO UL pode incluir uma série de sequências de sincronização por todo o quadro. A funcionalidade do bloco 730 pode ser executada, por exemplo, pela unidade de processamento 810, pelo DSP 820, pelo barramento 805 e/ou pela memória 860 de um aparelho sem fio 800 conforme mostrado na Figura 8.

[0065] O bloco 740 inclui enviar do segundo aparelho sem fio ao primeiro aparelho sem fio o quadro MIMO UL com a sequência de sincronização. Conforme indicado anteriormente, um valor de SIFS pode indicar o tempo em que a funcionalidade no bloco 710 é executada e o momento em que a funcionalidade no bloco 740 é executada. Em algumas modalidades, o quadro MIMO UL pode incluir informações que indicam o valor de SIFS. Em algumas modalidades, o segundo aparelho sem fio pode comunicar o valor de SIFS ao primeiro aparelho sem fio separadamente. A funcionalidade no bloco 740 pode ser executada, por exemplo, pela unidade de processamento 810, pelo DSP 820, pelo barramento 805, pela

interface de comunicação sem fio 830, pelas antenas de comunicação sem fio 832 e/ou pela memória 860 de um aparelho sem fio 800, conforme mostrado na Figura 8.

[0066] A Figura 8 mostra uma modalidade de um aparelho sem fio 800, que pode ser utilizado conforme aqui descrito acima. Por exemplo, o aparelho sem fio 800 pode ser utilizado como um AP e/ou uma STA conforme descrito com relação às modalidades aqui apresentadas anteriormente (com relação às Figuras 1 e 6, por exemplo). Deve-se observar que a Figura 8 se destina apenas a apresentar uma ilustração generalizada de diversos componentes, qualquer um ou todos os quais podem ser utilizados conforme apropriado. Pode-se observar que, em algumas ocorrências, os componentes mostrados na Figura 8 podem ser localizados em um único aparelho físico e/ou distribuídos entre os diversos aparelhos conectados em rede, que podem ser dispostos em locais físicos diferentes. Em algumas modalidades, por exemplo, o aparelho sem fio 800 pode ser um telefone celular ou outro aparelho eletrônico móvel. Em algumas modalidades, o aparelho sem fio pode ser um aparelho estacionário, tal como um AP. Sendo assim, conforme indicado anteriormente, os componentes podem variar de modalidade para modalidade.

[0067] O aparelho sem fio 800 é mostrado compreendendo elementos de hardware que podem ser eletricamente acoplados por um barramento 805 ou podem de outro modo estar em comunicação, cadeia RF apropriado. Os elementos de hardware podem incluir uma unidade ou unidades de processamento 810, que podem incluir, sem limitação, um ou mais processadores de propósito geral, um ou mais processadores de propósito especial (tais como chips de processamento de sinais digitais (DSP), processadores de aceleração de gráficos, circuitos integrados específicos de

avos de aplicativos (ASICs) e/ou semelhantes) e/ou outras estruturas ou dispositivos de processamento, que podem ser configurados para executar um ou mais dos métodos aqui descritos. Conforme mostrado na Figura 8, algumas modalidades podem ter um DSP separado 820, dependendo da funcionalidade desejada. Um aparelho sem fio 800 pode incluir também um ou mais aparelhos de entrada 770, que podem incluir, sem limitação, uma tela sensível ao toque, um dispositivo sensível ao toque, um microfone, botões, botões de girar, comutadores e/ou semelhantes; e um ou mais aparelhos de saída 815, que podem incluir sem limitação, um monitor, um diodo emissor de luz (LED) alto-falantes e/ou semelhantes.

[0068] O aparelho sem fio 800 pode incluir também uma interface de comunicação sem fio 830, que pode incluir sem limitação, um modem, um cartão de rede, um aparelho de comunicação infravermelho, um aparelho de comunicação sem fio e/ou um conjunto de chips (tal como um aparelho Bluetooth™, um aparelho IEEE 802.11 (um aparelho que utiliza um ou mais dos padrões 802.11 aqui descritos, por exemplo) um aparelho IEEE 802.15.4, um aparelho WiFi, um aparelho WiMAX, instruções de comunicação celular, etc.) e/ou semelhante. A interface de comunicação sem fio 830 pode permitir troca de dados com uma rede, com pontos de acesso sem fio, com outros sistemas de computador e/ou com quaisquer outros aparelhos eletrônicos aqui descritos, tal como a configuração da Figura 1. A comunicação pode ser efetuada por meio de uma ou mais antenas de comunicação sem fio 832, que enviam e/ou recebem sinais sem fio 834.

[0069] Dependendo da funcionalidade desejada, a interface de comunicação sem fio 830 pode incluir transceptores separados para comunicação com estações transceptoras base outros aparelhos e pontos de acesso sem

fio, o que pode incluir comunicação com redes de dados ou tipos de redes diferentes. Uma rede de área estendida sem fio (WWAN), por exemplo, pode ser uma rede de Acesso Múltiplo por Divisão de Código (CDMA), rede de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA), ume rede de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência (FDMA), uma rede de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDMA), uma rede de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência de Portadora Única (SC-FDMA), uma WiMAX (IEEE 802.16) e assim por diante. Uma rede CDMA pode implementar uma ou mais tecnologias de rádio-acesso (RATs) tais como cdma2000, CDMA de banda larga (W-CDMA) e assim por diante. O cdma2000 inclui os padrões IS-95, IS2000 e/ou IS-856. Uma rede TDMA pode implementar o Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM), o Sistema Telefônico Móvel Avançado Digital (DAMPS) ou alguma outra RAT. Uma rede OFDMA pode utilizar LTE, LTE-Avançada e assim por diante. A LTE, a LTE-Avançada, o GSM e o W-CDMA são descritos em documentos do 3GPP. O cdma2000 é descrito em documentos de um consórcio chamado de "Projeto de Parcerias de 3ª Geração" (3GPP2). Os documentos do 3GPP e do 3GPP2 estão disponíveis para o público. Uma WLAN pode ser também uma rede IEEE 802.11s e uma WPAN pode ser uma rede Bluetooth, uma IEEE 802.11.15x ou ao longo outro tipo de rede. As técnicas aqui descritas podem ser utilizadas em qualquer combinação de WWAN, WLAN e/ou WPAN.

[0070] O aparelho sem fio 800 pode incluir também sensores 840. Tais sensores podem incluir, sem limitação, um ou mais acelerômetros, giroscópios, câmeras, magneto-medidores, altímetros, microfones, sensores de proximidade, sensores de luz e semelhantes. Alguns ou todos os sensores 840 podem ser utilizados, entre outras coisas, para cálculo e/ou outros métodos de posicionamento podem

ser utilizados para determinar a localização do aparelho sem fio 800 e podem utilizar e/ou complementar os valores de RTT obtidos utilizando-se as técnicas aqui descritas.

[0071] As modalidades do aparelho móvel podem incluir também um receptor de serviço de posicionamento padrão (SPS) 880 capaz de receber sinais 884 de um ou mais satélites SPS utilizando uma antena SPS 882. Tal posicionamento pode ser utilizado para complementar e/ou incorporar as técnicas para calcular o RTT aqui descritas. O receptor SPS 880 pode extrais a posição do aparelho móvel utilizando técnicas convencionais de veiculo de satélite (SVs) SPS de um sistema SPS, tal como o sistema global de satélites de navegação (GNSS)(O Sistema Global de Posicionamento, por exemplo), o Galileu, o Glonass, o Compass, o Sistema de Satélites Quase-Zenite (QZSS) através do Japão o Sistema de Satélites de Navegação Regional Indiano (IRNSS) através da Índia, o Beido através da China e semelhantes. Além do mais, o receptor SPS 880 pode ser utilizado em diversos sistemas de aumento (um Sistema de Aumento Baseado em Satélite (SBAS), por exemplo) que podem estar associados ou senão habilitados para utilização com um ou mais sistemas de satélites de navegação globais ou regionais. A titulo de exemplo, mas não de limitação, um SBAS pode incluir um sistema ou sistemas de aumento que fornece informações sobre integridade, correções diferenciais, etc. tais como o Sistema de Aumento de Área Estendida (WAAS), o Serviço Europeu de Overlay de Navegação Geo-estacionário (EGNOS), o Sistema de Aumento de Satélite Multi-Funcional (MSAS), o Sistema de Navegação Geo-Aumentada auxiliada por GPS ou o Sistema de Navegação GPS e Geo-Aumentada (GAGAAN) e/ou semelhantes. Assim, conforme aqui utilizado, um SPS pode incluir qualquer combinação de um ou mais sistemas de satélite de navegação global e/ou

regional e/ou sistemas de aumento, e os sinais SPS podem incluir SPS, do tipo de SPS e/ou outros sinais associados a tal um ou mais SPS.

[0072] O aparelho sem fio 800 pode incluir também ou estar em comunicação com uma memória 860. A memória 860 pode incluir, sem limitação, um armazenamento local e/ou acessível à rede, uma unidade de disco, um arranjo de acionamentos, um aparelho de armazenamento ótico, um aparelho de armazenamento de estado sólido, tal como uma memória de acesso aleatório (RAM) e/ou uma memória exclusiva de leitura ("ROM"), que pode ser programável, atualizável por flash e/ou semelhantes. Tais aparelhos de armazenamento podem ser configurados para implementar quaisquer armazenamentos de dados apropriados que inclui, sem limitação, diversos sistemas de arquivos, estruturas de banco de dados e/ou semelhantes.

[0073] A memória 860 do aparelho sem fio 800 pode compreender também elementos de software (não mostrados), que incluem um sistema operacional, acionadores de aparelhos, bibliotecas executáveis e/ou outro código, tais como um ou mais programas de aplicativos que podem compreender programas de computador providos por diversas modalidades e/ou podem ser projetados para implementar métodos ou configurar sistemas, providos por outras modalidades, conforme aqui descrito. Meramente a titule de exemplo, um ou mais procedimentos descritos, com relação à funcionalidade discutida acima, tais como os métodos mostrados nas Figuras 6 ou 7, podem ser implementados como código e/ou instruções executáveis pelo aparelho sem fio 800, uma unidade de processamento dentro do aparelho sem fio 800 e/ou outro aparelho de um sistema sem fio. Sob um aspecto, então, tal código e/ou instruções podem ser utilizadas para configurar e/ou adaptar um computador de

(ou outro aparelho) de propósito geral para executar uma ou mais operações de acordo com os métodos descritos.

[0074] A Figura 9 mostra componentes de um sistema de computação 900, de acordo com uma modalidade. Por exemplo, o sistema de computação pode ser utilizado como um AP conforme descrito com relação às modalidades aqui apresentadas anteriormente e pode comunicar-se em um sistema de comunicação sem fio com uma ou mais STAs, conforme discutido anteriormente. Em contraste com o aparelho sem fio 800 da Figura 8, que pode ser móvel, o sistema de computação 900 da Figura 9 pode ser, por exemplo, um aparelho estacionário ou conjunto de aparelhos. Deve-se observar que a Figura 9 se destina a apenas apresentar uma ilustração generalizada de diversos componentes, qualquer um ou todos os quais podem ser utilizados conforme apropriado. Além do mais, os elementos do sistema podem ser implementados de uma maneira relativamente separada ou relativamente mais integrada.

[0075] O sistema de computação 900 é mostrado compreendendo elementos de hardware que podem ser eletricamente acoplados por um barramento 905 (ou podem estar de outro modo em comunicação, conforme apropriado). Os elementos de hardware podem incluir unidades de processamento 910, que inclui, sem limitação, um ou mais processadores de propósito geral e um ou mais processadores de propósito especial e/ou semelhantes; e/ou um ou mais aparelhos de entrada 915. Os aparelhos de entrada 915 podem incluir, sem limitação, câmeras, uma tela sensível ao toque, um dispositivo sensível ao toque, um microfone, um teclado, um mouse, botões, discadores, comutadores e/ou semelhantes; e e/ou aparelhos de saída 920, que podem incluir, sem limitação, um aparelho de exibição, uma

impressora, um monitor, um diodo emissor de luz (LED), alto-falantes e/ou semelhantes.

[0076] O sistema de computação 900 pode incluir também (e/ou estar em comunicação com), um ou mais aparelhos de armazenamento não transitórios 925, que podem compreender, sem limitação, um armazenamento local e/ou acessível à rede, e/ou podem incluir sem limitação, uma unidade de disco, um arranjo de acionamento, um aparelho de armazenamento ótico, um aparelho de armazenamento de estado sólido, tal como uma memória de acesso aleatório (RAM) e/ou uma memória exclusiva de leitura (“ROM”), que podem ser programável, atualizável por flash e/ou semelhantes. Tais aparelhos de armazenamento podem ser configurados para implementar quaisquer armazenamentos de dados apropriados que inclui, sem limitação, diversos sistemas de arquivos, estruturas de banco de dados e/ou semelhantes. Por exemplo, os aparelhos de armazenamento 925 podem incluir um banco de dados 927 (ou outra estrutura de dados) configurado para armazenar valores de SILF conforme descrito nas presentes modalidades que pode ser fornecido a APs e/ou outros aparelhos por meio do sub-sistema de comunicação 930.

[0077] Um sistema de computação 900 pode incluir também um sub-sistema de comunicação 930, que pode incluir tecnologias de comunicação sem fio gerenciadas e controladas por uma interface de comunicação sem fio 933, assim como tecnologias cabeadas. Sendo assim, o sub-sistema de comunicação pode incluir, sem limitação, um modem, uma interface de rede (sem fio, cabeada, ambas ou outras combinações delas), um aparelho de comunicação infravermelho, um aparelho de comunicação sem fio e/ou um conjunto de chips (tal como um aparelho Bluetooth™, um aparelho 802.11, um aparelho que utiliza um ou mais dos

padrões 802.11 aqui descritos, por exemplo), um aparelho WiFi, um aparelho WiMAX, instalações de comunicação celular, etc.). Os sub-componentes da interface podem variar, dependendo do tipo de sistema de computação 900 (como, por exemplo, telefone móvel, computador pessoal, etc.). O sub-sistema de comunicação 930 uma ou mais interfaces de comunicação de entrada e/ou saída (tais como a interface de comunicação 933, para permitir a troca de dados com uma rede de dados, outros sistemas de computador e/ou quaisquer outros aparelhos aqui descritos). Além do mais, o sub-sistema de comunicação 930 pode permitir que o sistema de computação 900 determine o RTT por meio de um processo MIMO UL conforme aqui detalhado.

[0078] Em muitas modalidades, o sistema de comunicação 900 compreenderá também uma memória operacional 830 que pode incluir um aparelho de RAM ou ROM, conforme descrito acima. Elementos de software, mostrados com o estando atualmente localizados dentro da memória operacional 935 podem incluir um sistema operacional 940, acionadores de aparelhos, bibliotecas executáveis e/ou outro código tais como um ou mais programas de aplicativos 945, que podem compreender programas de software providos por diversas modalidades e/ou podem ser projetados para implementar métodos e/ou configurar sistemas providos por outras modalidades, conforme aqui descrito, tais como alguns ou todos os métodos descritos com relação às Figuras 2-7. Meramente a titulo de exemplo, um ou mais procedimentos descritos com relação aos métodos discutidos acima podem ser implementados como código e/ou instruções executáveis por um processador (e/ou um processador dentro de um computador); sob um aspecto, então, tal código e/ou instruções pode ser utilizados para configurar e/ou adaptar um computador de propósito geral (ou outro aparelho) para

executar uma ou mais operações de acordo com os métodos descritos. O armazenamento de valor do RTT no bloco 660 do método da Figura 6, por exemplo, pode ser efetuado pelo aparelho de armazenamento 925 e/ou pela memória operacional 935.

[0079] Um conjunto destas instruções e/ou código pode ser armazenado em um meio de armazenamento passível de leitura por computador não transitório, tal como os aparelhos de armazenamento não transitórios 925 descritos acima. Em alguns casos, o meio de armazenamento pode ser incorporado dentro de um sistema de computador, tal como o sistema de computação 900. Em outras modalidades, o meio de armazenamento pode estar separado de um sistema de computador (um meio removível tal como uma unidade flash, por exemplo) e/ou apresentado em um pacote de instalação, de modo que o meio de armazenado possa ser utilizado para programar, configurar e/ou adaptar um computador de propósito geral com o código/instruções armazenados nele. Estas instruções podem assumir a forma de código executável, que é executável pelo sistema de computação 900, e/ou podem assumir a forma de um código de origem e/ou instalável que, mediante compilação e/ou instalação no sistema de computação 900 (como, por exemplo, utilizando-se qualquer um de diversos compiladores, programas de instalação, utilitários de compactação/descompactação geralmente disponíveis, por exemplo), então assume a forma de código executável.

[0080] Será evidente aos versados na técnica que variações substanciais podem ser feitas de acordo com requisitos específicos. Por exemplo, um hardware personalizado pode ser também utilizado e/ou elementos específicos podem ser implementados em hardware, software (inclusive software portátil, tal como appleps, etc.), ou

ambos. Além disto, pode ser utilizada conexão com outros aparelhos de computação, tais como aparelhos de entrada/saída de rede.

[0081] Com referência às figuras anexas, os componentes que podem incluir memória, podem incluir meios passiveis de leitura por máquina não transitórios. Os termos "meio passível de leitura por máquina" e "meio passível de leitura por computador", conforme aqui utilizados referem-se a qualquer meio de armazenamento que participe no fornecimento de dados que fazem com que uma máquina funcione de maneira específica. Nas modalidades aqui apresentadas acima, diversos meios passíveis de leitura por máquina podem estar envolvidos no fornecimento de instruções/código a unidades de processamento e/ou outros aparelhos para execução. Além disto, ou alternativamente, os meios passíveis de leitura por máquina podem ser utilizados para armazenar e/ou portar tais instruções/código. Em muitas implementações, um meio passível de leitura por computador é um meio de armazenamento físico e/ou tangível. Tal meio pode assumir muitas formar, que incluem, mas não se limitam a, meios não voláteis, meios voláteis e meios de transmissão. Formas comuns de meios passíveis de leitura por computador, incluem, por exemplo, meios magnéticos e/ou óticos, cartões perfurados, fita de papel, qualquer outro meio físico com padrões de orifícios, uma RAM, uma PROM, EPROM, uma FLASH-EPROM, qualquer outro chip ou cartucho de memória, uma onda portadora conforme aqui descrito em seguida ou qualquer outro meio do qual um computador possa ler instruções e/ou código.

[0082] Os métodos, sistemas e aparelhos aqui discutidos são exemplos. Diversas modalidades podem omitir, substituir ou adicionar diversos procedimentos ou

componentes conforme apropriado. Por exemplo, recursos descritos com relação a determinadas modalidades podem ser combinados em diversas outras modalidades. Aspectos e elementos diferentes das modalidades podem ser combinados de maneira semelhante. Os diversos componentes das figuras aqui apresentados podem ser corporificados em hardware e/ou software. Além disto, a tecnologia evolui e, assim, muitos dos elementos são exemplos e não limitam o alcance da revelação a esses exemplos específicos.

[0083] Provou-se adequado ocasionalmente, principalmente por razões de uso comum, referir-se a tais sinais como bits, informações, valores, elementos, símbolos, caracteres, variáveis, termos, números, numerais ou semelhantes, Deve ficar entendido, contudo, que todos estes termos ou termos semelhantes devem ser associados quantidades físicas apropriados e são meramente rótulos convenientes. A menos que especificamente afirmado de outro moldo, conforme é aparente da discussão acima, deve ficar entendido que, ao longo deste Relatório, discussões que utilizam termos tais como “processar”, “computar”, “calcular”, “determinar”, “verificar, “identificar”, “associar”, “medir”, “executar”, “semelhantes” referem-se a ações ou processos de um equipamento específico, tal como um computador de propósito especial ou um aparelho de computação eletrônico de propósito especial semelhante. No contexto deste relatório, portanto, um computador de propósito especial ou um aparelho de computação eletrônico de propósito especial semelhante é capaz de manipular ou transformar sinais tipicamente representados quantidades físicas, eletrônicas, elétricas ou magnéticas dentro de memórias, registradores ou outros aparelhos de armazenamento de informações, aparelhos de transmissão ou aparelhos de exibição do computador de propósito especial

ou do aparelho de computação eletrônico de propósito especial semelhante.

[0084] Os versados na técnica entenderão que as informações e os sinais utilizados pêra com relação as mensagens aqui descritas podem ser representados utilizando-se qualquer uma de diversas tecnologias e técnicas diferentes. Por exemplo, os dados, instruções, comandos, informações sinais, bits, símbolos e chips que podem ser referidos ao longo da descrição acima podem ser representados por tensões, correntes, ondas eletromagnéticas, campos ou partículas magnéticas, campos ou partículas óticas ou qualquer combinação deles. Os termos "e" e "ou" aqui utilizados podem incluir diversos significados que, também se espera, dependem pelo menos em parte, do contexto no qual tais termos são utilizados. Tipicamente "ou" se utilizado para associar uma lista, tal como A, B ou C pretende significar A, B e C aqui utilizados no sentido inclusivo, assim como A, B ou C, aqui utilizados no sentido exclusivo. Além disto, o termo "um ou mais" aqui utilizado pode ser utilizado para descrever qualquer recurso, estrutura ou característica no singular ou pode ser utilizado para descrever alguma combinação de recursos, estruturas ou características. Entretanto, deve-se observar que este é meramente um exemplo ilustrativo e o objeto reivindicado não está limitado a este exemplo. Além disto, o termo "pelo menos um de", se utilizado para associar uma lista tal como A, B ou C, pode ser interpretado como significando qualquer combinação de A, B ou C, tal como A, AB, AA, AAB, AABBCCC, etc.

[0086] Tendo sido descritas várias modalidades, diversas modificações, construções alternativas e equivalente, podem ser utilizados sem que se abandone o espírito da revelação. Por exemplo, os elementos

acima podem ser meramente um componente de um sistema maior outras regras podem ter precedência sobre ou senão modificar a aplicação das modalidades aqui descritas. Além disto, várias etapas podem ser empreendidas antes, durante ou depois que os elementos acima sejam considerados. Por conseguinte, a descrição acima não limita o alcance da revelação.

REIVINDICAÇÕES

1. Método (600) para calcular o tempo de ida em volta (RTT) entre um primeiro aparelho sem fio e um segundo aparelho sem fio, o método sendo **caracterizado pelo fato de que** compreende:

enviar (610) um quadro de gatilho de downlink (DL) com o primeiro aparelho sem fio; onde o quadro de gatilho DL compreende um local indicado para uma sequência de sincronização dentro de quadros de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) de uplink (UL) em resposta ao quadro de gatilho DL;

determinar (620) um primeiro tempo, no qual o primeiro tempo corresponde ao tempo no qual o quadro de gatilho DL foi enviado,

receber (630) em resposta ao quadro de gatilho DL no primeiro aparelho sem fio, uma pluralidade de quadros MIMO UL de uma pluralidade de dispositivos sem fio, incluindo um quadro MIMO UL do segundo dispositivo sem fio, onde o quadro MIMO UL do segundo dispositivo sem fio tem a sequência de sincronização no local indicado;

determinar (640) um segundo tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro MIMO UL do segundo dispositivo sem fio foi recebido; e

determinar (650) o RTT entre o primeiro aparelho sem fio e o segundo aparelho sem fio com base no primeiro tempo determinado e no segundo tempo determinado.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende também determinar o segundo tempo também com base na sequência de sincronização dentro do quadro MIMO UL do segundo dispositivo sem fio.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** a sequência de sincronização se segue diretamente a um preâmbulo do quadro MIMO UL do segundo dispositivo sem fio.

4. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** a sequência de sincronização compreende:

uma sequência de Zadoff-chu,

uma sequência do tipo Campo de Treinamento Longo, LTF,

uma sequência M,

uma sequência de Gold,

uma sequência de Costas,

um conjunto de sequências de Bjork,

uma sequência de Kasami,

ou uma sequência de Zona de Correlação Zero; ou uma combinação delas.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende também:

armazenar um valor do RTT (660);

receber (670), no primeiro aparelho sem fio, uma solicitação de RTT; e

em resposta ao recebimento da solicitação de RTT, enviar (680) o valor armazenado do RTT.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a determinação do RTT adicionalmente compreende determinar um valor de afastamento inter-quadro curto, SIFS.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** o valor de SIFS é determinado a partir de informações fornecidas do segundo aparelho sem fio ao primeiro aparelho sem fio.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** as informações fornecidas são incluídas no quadro MIMO UL do segundo dispositivo sem fio.

9. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** o valor de SIFS é obtido de um banco de dados.

10. Um primeiro aparelho (800) sem fio, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

uma interface de comunicação sem fio configurada para enviar um quadro de gatilho DL downlink 802.11, onde o quadro de gatilho DL compreende um local indicado para uma sequência de sincronização dentro de quadros de Várias Entradas e Várias Saídas (MIMO) de uplink (UL) em resposta ao quadro de gatilho DL;

uma memória; e

uma unidade de processamento comunicativamente conectada à interface de comunicação sem fio e a memória, a unidade de processamento sendo configurada para causar o primeiro dispositivo sem fio a:

determinar um primeiro tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro de gatilho DL foi enviado;

receber em resposta ao quadro de gatilho DL através da interface de comunicação sem fio, uma pluralidade de quadros MIMO UL de uma pluralidade de dispositivos sem fio, incluindo um quadro MIMO UL do segundo dispositivo sem fio, onde o quadro MIMO UL do segundo dispositivo sem fio tem a sequência de sincronização no local indicado;

determinar um segundo tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro MIMO UL do segundo dispositivo sem fio foi recebido; e

determinar tempo de ida em volta, RTT, entre o primeiro aparelho sem fio e o segundo aparelho sem fio com base no primeiro tempo determinado e no segundo tempo determinado.

11. Primeiro aparelho sem fio, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** a unidade de processamento é também configurada para fazer com que o primeiro aparelho sem fio determine o segundo tempo também com base na sequência de sincronização dentro do quadro MIMO UL do segundo dispositivo sem fio.

12. Primeiro aparelho sem fio, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** a unidade de processamento é configurada para causar o primeiro aparelho sem fio a:

armazenar um valor do RTT na memória,

receber através da interface de comunicação sem fio uma solicitação de RTT, e

em resposta ao recebimento de uma solicitação de RTT, enviar o valor armazenado do RTT através da interface de comunicação sem fio.

13. Primeiro aparelho sem fio, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** a unidade de processamento é adicionalmente configurada para fazer com que o primeiro aparelho sem fio determine o RTT em determinando um valor de afastamento inter-quadro curto, SIFS.

14. Primeiro aparelho sem fio, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** a unidade de processamento é configurada para fazer com que o primeiro aparelho sem fio determine o valor SIFS a partir de informações fornecidas do segundo aparelho sem fio ao primeiro aparelho sem fio.

15. Primeiro aparelho sem fio, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que** a unidade de processamento é configurada para fazer com que o primeiro aparelho sem fio extraia as informações fornecidas do quadro MIMO UL do segundo aparelho sem fio.

16. Primeiro aparelho sem fio, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** a unidade de processamento é configurada para fazer com que o primeiro aparelho sem fio obtenha o valor de SIFS de um banco de dados.

17. Memória legível por computador **caracterizada pelo fato de que** compreende instruções armazenadas na mesma, as instruções sendo executáveis por um computador para realizar as etapas de método conforme definido emqualquer uma das reivindicações de 1 a 9.

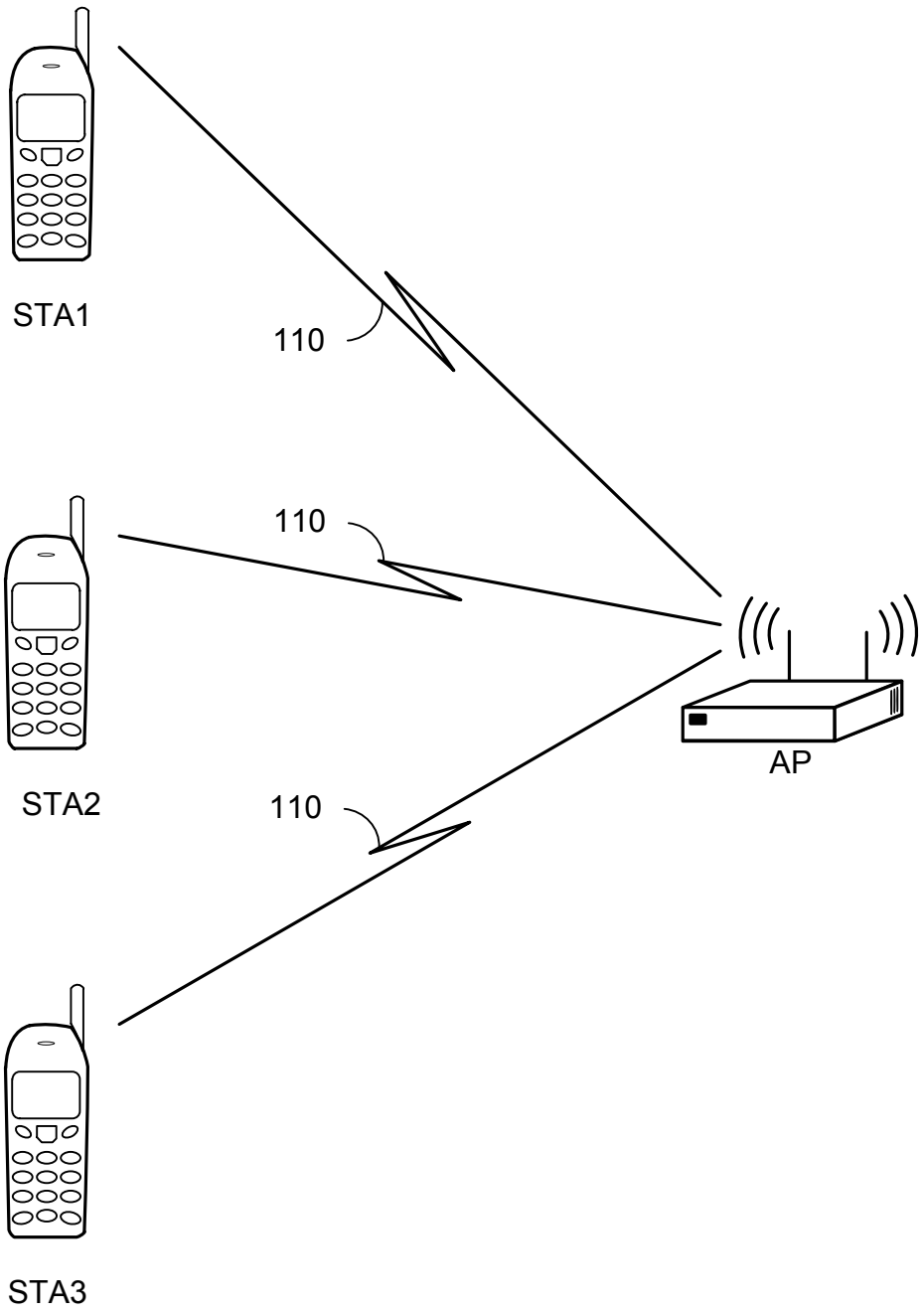


FIG. 1

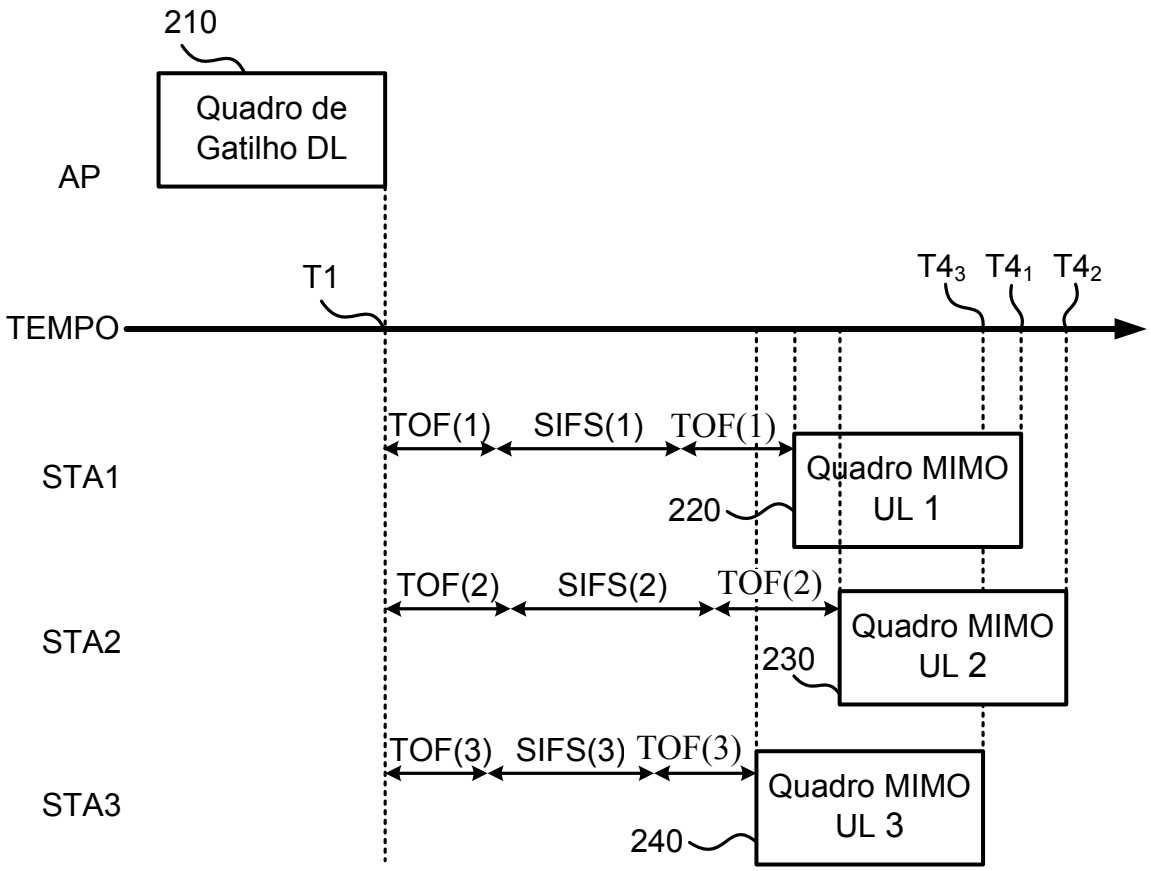

210
Quadro de Gatilho DL
AP
T1
TEMPO
T4$_3$ T4$_1$ T4$_2$
TOF(1) SIFS(1) TOF(1)
STA1
Quadro MIMO UL 1
220
TOF(2) SIFS(2) TOF(2)
STA2
Quadro MIMO UL 2
230
TOF(3) SIFS(3) TOF(3)
STA3
Quadro MIMO UL 3
240

FIG. 2

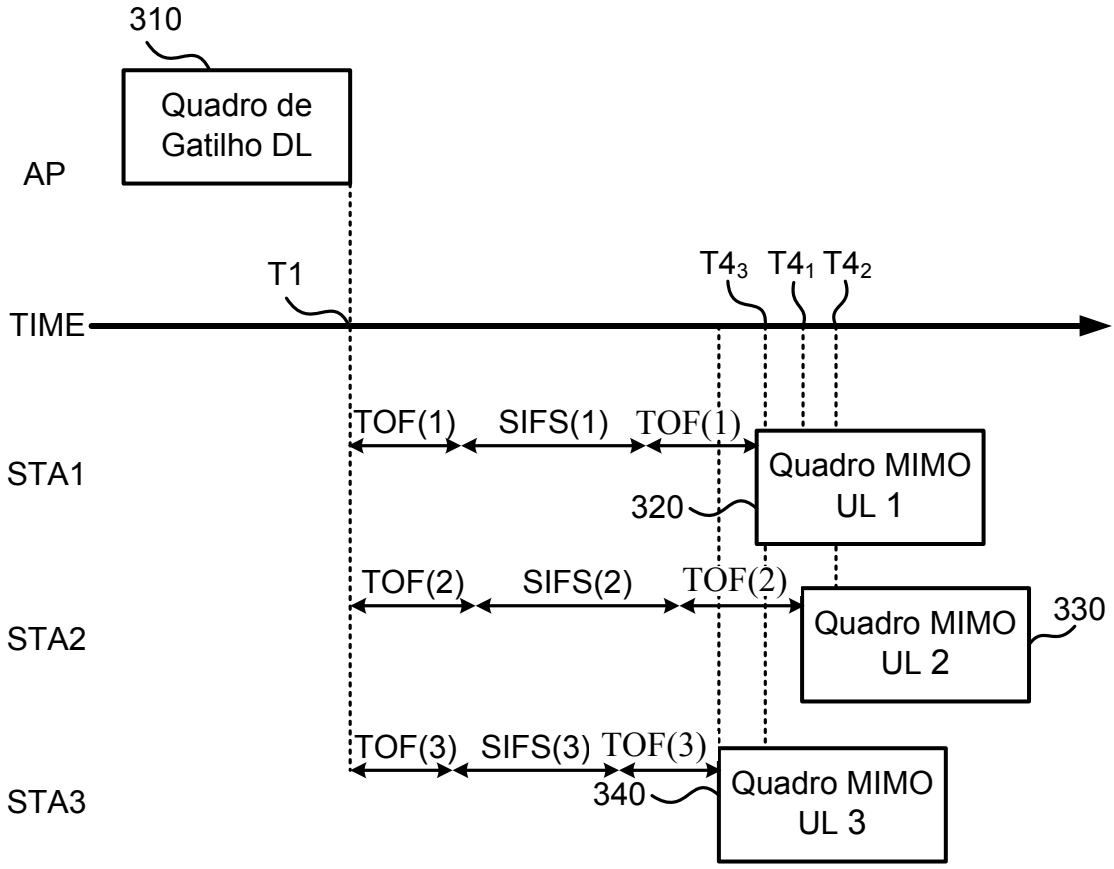

310
Quadro de Gatilho DL
AP
T1
T4₃ T4₁ T4₂
TIME
TOF(1) SIFS(1) TOF(1)
STA1
Quadro MIMO UL 1
320
TOF(2) SIFS(2) TOF(2)
STA2
Quadro MIMO UL 2
330
TOF(3) SIFS(3) TOF(3)
STA3
340
Quadro MIMO UL 3

FIG. 3

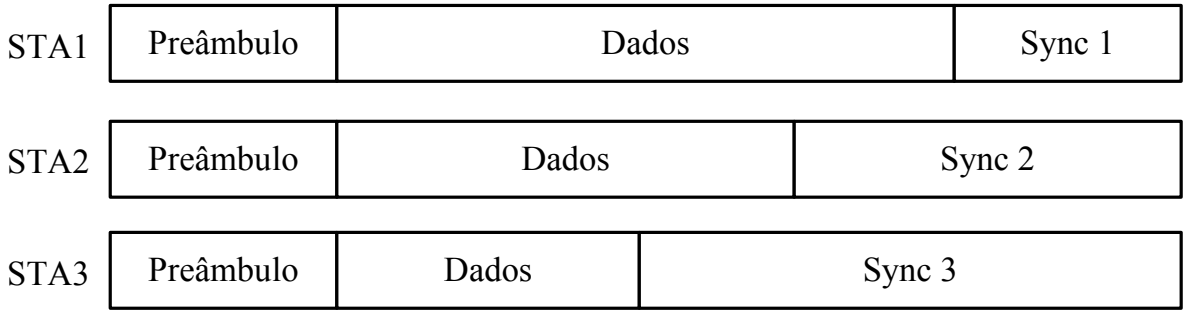


FIG. 4A

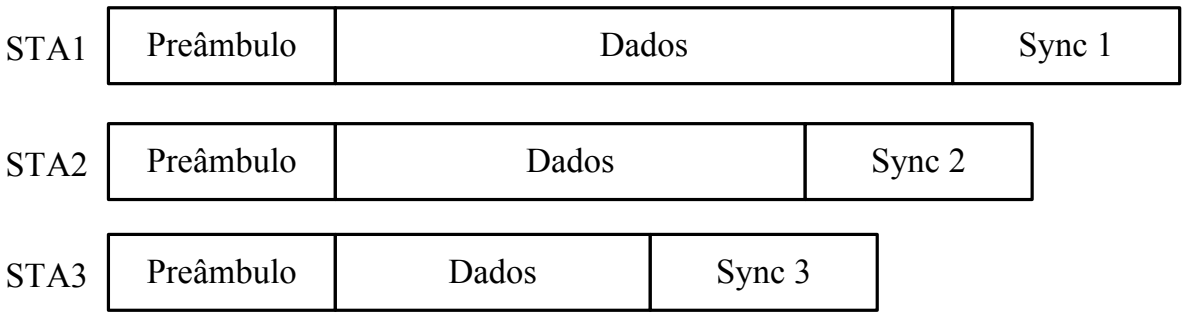


FIG. 4B

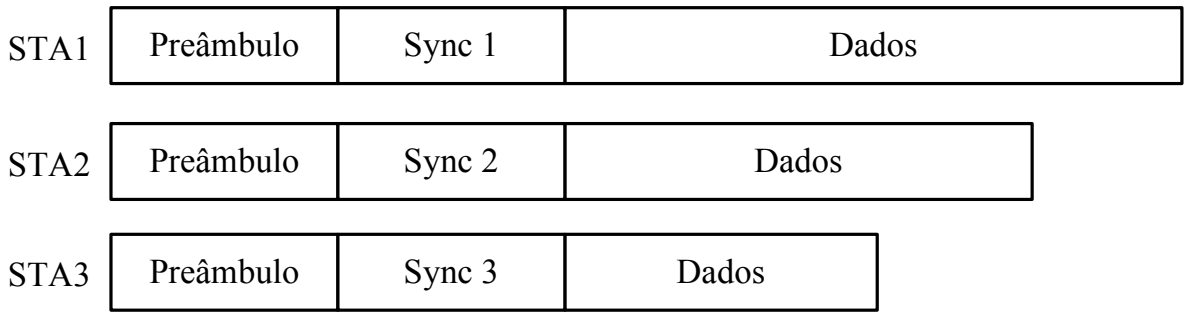


FIG. 4C

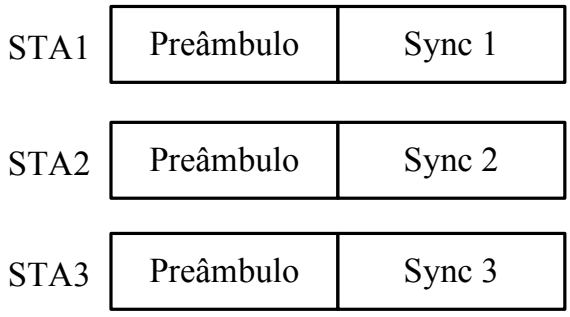


FIG. 4D

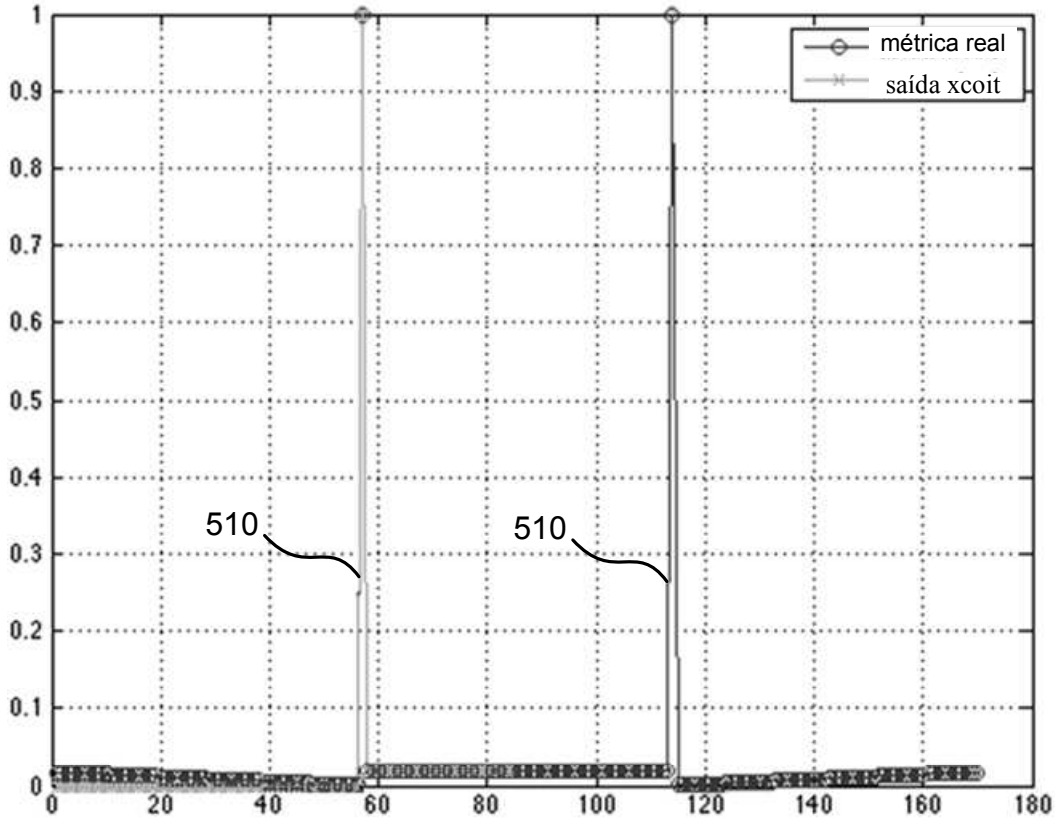

métrica real
saída xcoit
510
510
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180

FIG. 5A

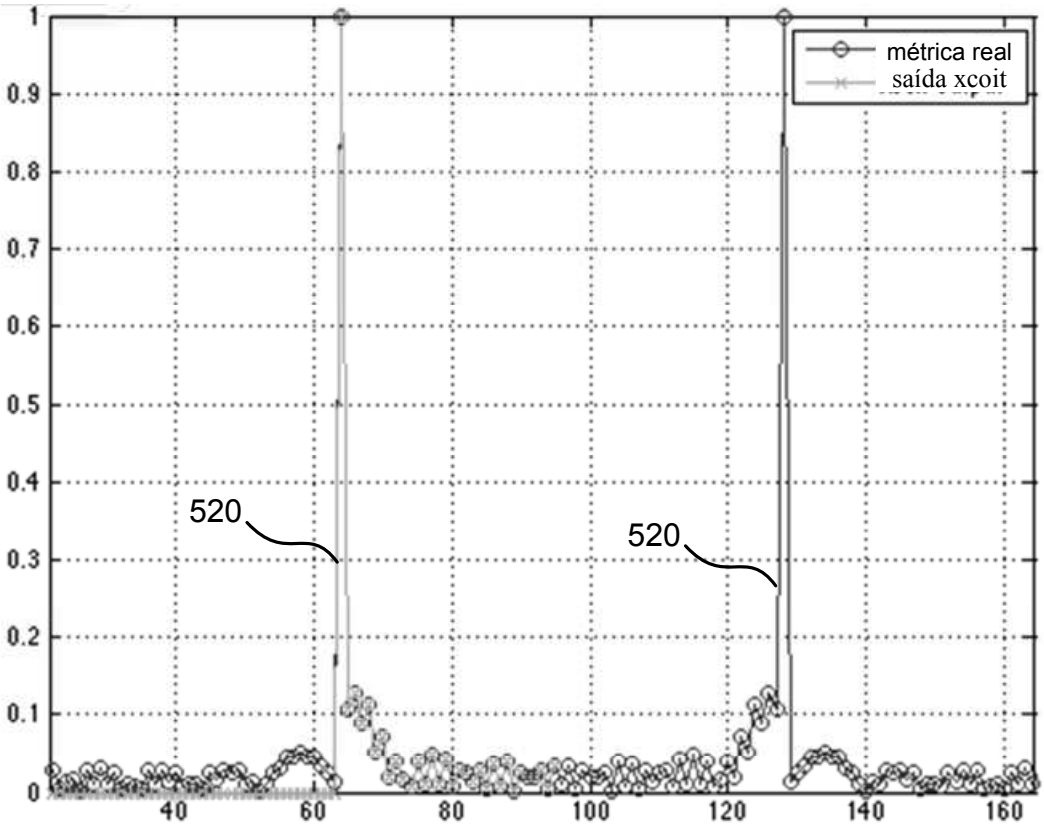

métrica real
saída xcoit
520
520
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
40
60
80
100
120
140
160

FIG. 5B

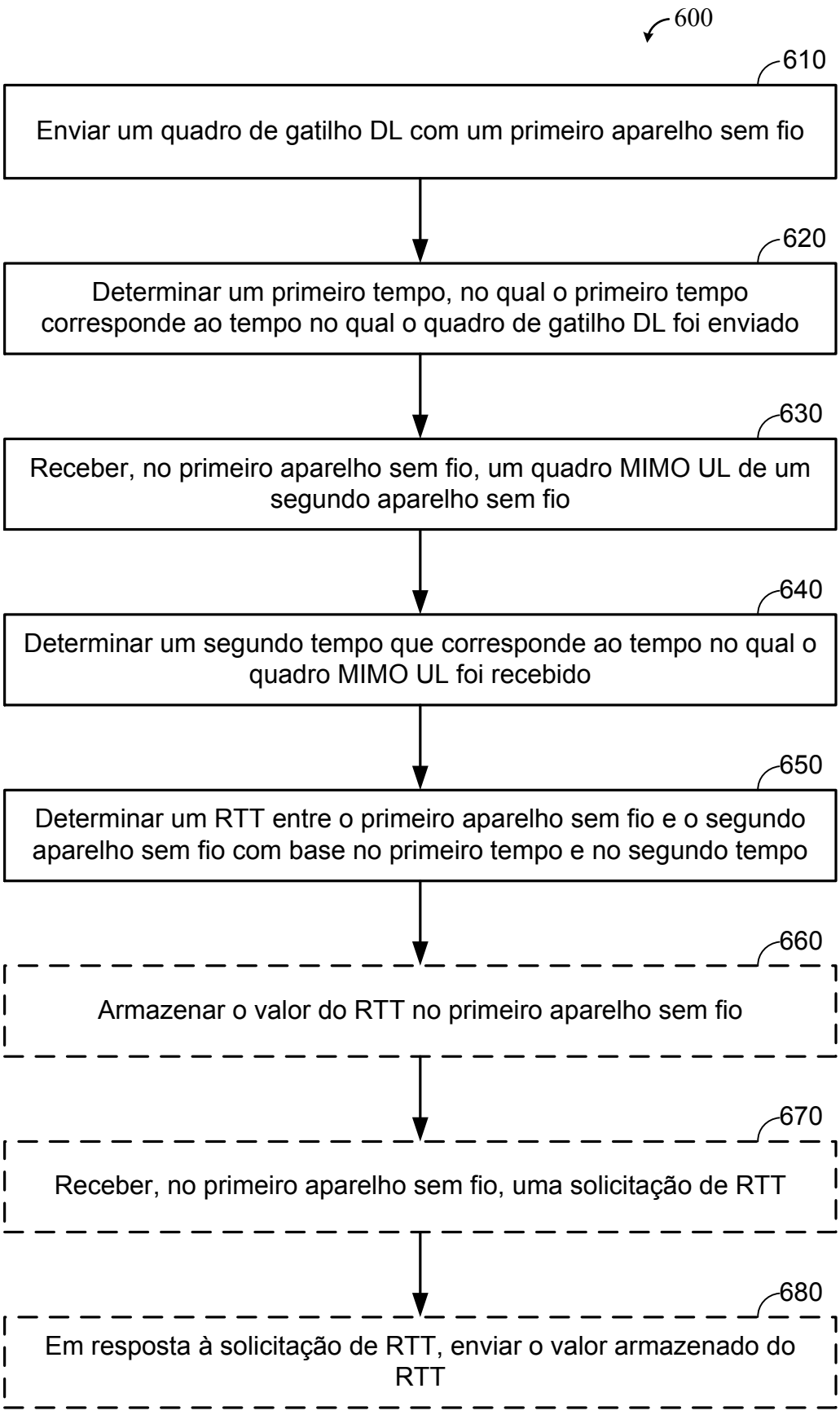

600
610
Enviar um quadro de gatilho DL com um primeiro aparelho sem fio
620
Determinar um primeiro tempo, no qual o primeiro tempo corresponde ao tempo no qual o quadro de gatilho DL foi enviado
630
Receber, no primeiro aparelho sem fio, um quadro MIMO UL de um segundo aparelho sem fio
640
Determinar um segundo tempo que corresponde ao tempo no qual o quadro MIMO UL foi recebido
650
Determinar um RTT entre o primeiro aparelho sem fio e o segundo aparelho sem fio com base no primeiro tempo e no segundo tempo
660
Armazenar o valor do RTT no primeiro aparelho sem fio
670
Receber, no primeiro aparelho sem fio, uma solicitação de RTT
680
Em resposta à solicitação de RTT, enviar o valor armazenado do RTT

FIG. 6

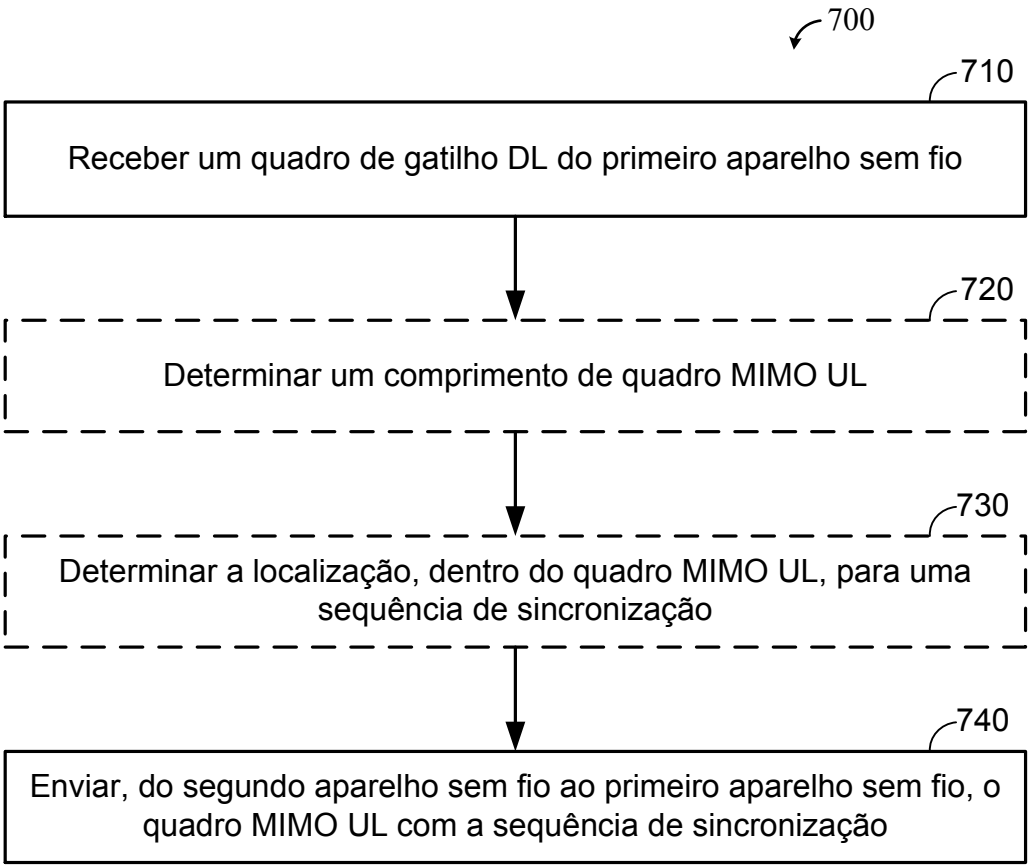

700
710
Receber um quadro de gatilho DL do primeiro aparelho sem fio
720
Determinar um comprimento de quadro MIMO UL
730
Determinar a localização, dentro do quadro MIMO UL, para uma sequência de sincronização
740
Enviar, do segundo aparelho sem fio ao primeiro aparelho sem fio, o quadro MIMO UL com a sequência de sincronização

FIG. 7

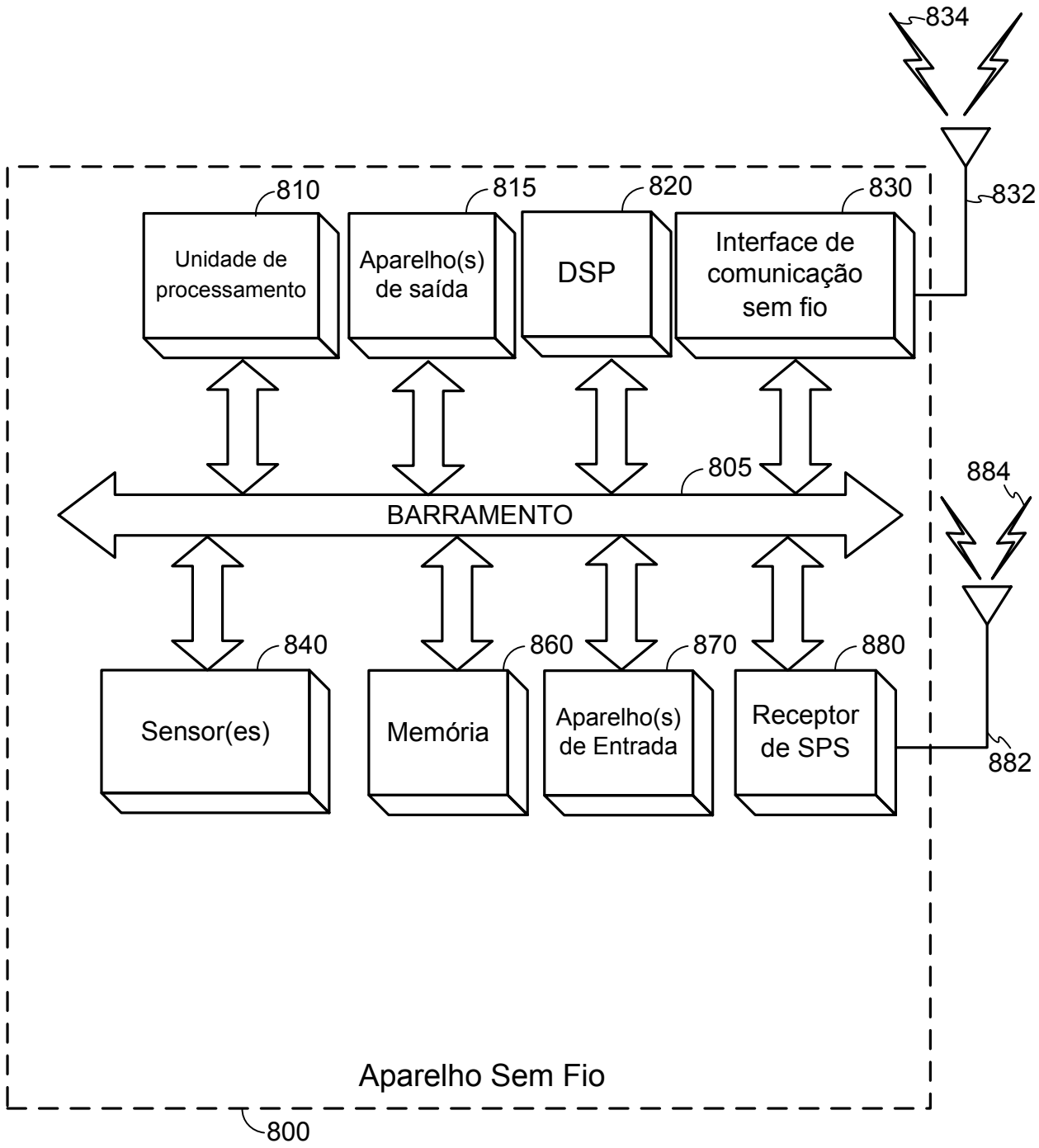

834
832
810
815
820
830
Unidade de processamento
Aparelho(s) de saída
DSP
Interface de comunicação sem fio
805
BARRAMENTO
884
840
860
870
880
Sensor(es)
Memória
Aparelho(s) de Entrada
Receptor de SPS
882
Aparelho Sem Fio
800

FIG. 8

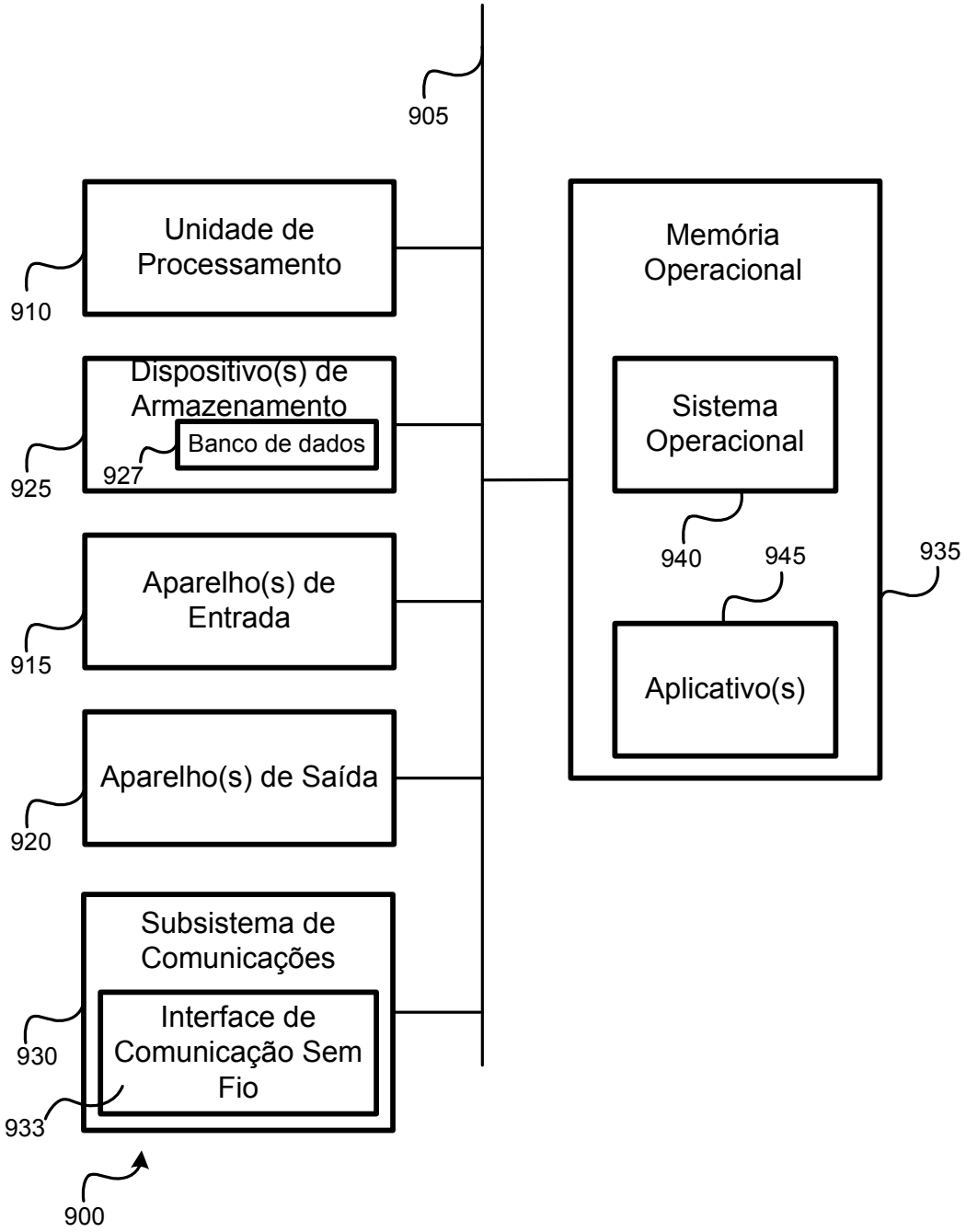

905
Unidade de Processamento
910
Dispositivo(s) de Armazenamento
Banco de dados
927
925
Aparelho(s) de Entrada
915
Aparelho(s) de Saída
920
Subsistema de Comunicações
Interface de Comunicação Sem Fio
930
933
900
Memória Operacional
Sistema Operacional
940
945
Aplicativo(s)
935

FIG. 9