



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

(11) PI 0910778-9 B1



(22) Data do Depósito: 21/04/2009

(45) Data de Concessão: 29/12/2020

(54) Título: ESTAÇÃO DE RETRANSMISSÃO PARA UTILIZAÇÃO EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO

(51) Int.Cl.: H04W 16/26; H04W 36/08; H04W 36/30; H04W 80/02; H04B 7/155.

(52) CPC: H04W 16/26; H04W 36/08; H04W 36/30; H04W 80/02; H04B 7/155.

(30) Prioridade Unionista: 21/04/2008 US 61/046,579.

(73) Titular(es): APPLE INC..

(72) Inventor(es): ISRAFIL BAHCECI; PEIYING ZHU; HANG ZHANG; WEN TONG; MO-HAN FONG; NIMAL GAMINI SENARATH; DEREK YU; SHENG SUN.

(86) Pedido PCT: PCT CA2009000524 de 21/04/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/129614 de 29/10/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/10/2010

(57) Resumo: SISTEMA E MÉTODO PARA ESTRUTURA, PROTOCOLO E OPERAÇÃO DE QUADRO DE TRANSFERÊNCIA SEM FIO. A presente invenção refere-se a uma estação de transferência para utilização em um sistema de comunicação sem fio. O sistema de comunicação sem fio inclui uma pluralidade de estações de base comunicativamente acopladas a uma rede de transferência de dados para uma rede central e pelo menos uma estação móvel. A estação de transferência é compartilhada por pelo menos uma primeira estação de base e uma segunda estação de base. A estação de transferência inclui um transceptor, um controlador e um circuito de transferência. O transceptor transmite os sinais para a e recebe os sinais de ambas as estações de base e uma estação móvel. Os sinais transmitidos das estações de base incluem um único preâmbulo, MAP e FCH. O controlador está eletricamente conectado no transceptor e é operável para medir uma qualidade da estação móvel enquanto conectado na primeira estação de base. O circuito de transferência está eletricamente conectado no controlador e é operável para conduzir uma transferência em fase da primeira estação de base para a segunda estação de base com base na qualidade de sinal.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
**"ESTAÇÃO DE RETRANSMISSÃO PARA UTILIZAÇÃO EM UM
SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO".**

Campo da Invenção

[001] A presente invenção refere-se genericamente a um método e sistema para comunicação sem fio, e mais especificamente, a um método e sistema para uma estrutura de quadro, protocolo e operação de retransmissão sem fio adequado para 802.16m.

Antecedentes da Invenção

[002] Correntemente, discussões estão em execução dentro do Electrical and Electronics Engineers ("IEEE") para determinar um novo padrão de Interface de Ar Avançada para comunicação de banda larga, denotado como 802.16m. Um dos problemas a ser tratado sob o 802.16m é a utilização de estações de retransmissão ("RS") em sistemas de comunicação sem fio.

[003] Uma deterioração de qualidade de sinal, interrupções temporárias e até quedas de chamada podem acontecer quando um dispositivo de comunicação móvel ou estação móvel ("MS") move de uma célula ou área coberta por uma estação base ("BS") para uma célula coberta por uma BS diferente. Quando os retransmissores são introduzidos no sistema para aumentar a cobertura, na borda de célula existe ainda uma necessidade de transferência de uma BS para outra. As transferências podem até ocorrer de uma RS, isto é, a RS1, conectada a uma primeira BS, isto é, a BS1, para outra RS2 conectada na BS2. Este processo adicional pode causar retardos adicionais aumentando a severidade das interrupções de serviço acima mencionadas. Certas RSs podem ser compartilhadas entre múltiplas BSs, isto é, a RS pode ser capaz de comunicar com duas BSs dentro do mesmo quadro ou ao mesmo tempo.

[004] Técnicas de *handoff* suave e de rápida comutação de célula

foram propostas para *handoffs* no passado. No entanto, *handoffs* suaves requerem recursos adicionais e experimentam uma coordenação inter-BS proibitiva. Devido a estes desafios, nem mesmo os produtos de Interoperabilidade Mundial Para Acesso de Micro-ondas ("WiMAX") projetados para operar de acordo com o padrão IEEE 802.16e implementaram os *handoffs* suaves. Além disso, uma rápida comutação de célula necessita uma coordenação extra entre as BS. Correntemente não existe nenhum método incluído no padrão 802.16 para executar uma rápida comutação de célula entre dois retransmissores devido à complexidade envolvida.

[005] Além disso, nenhuma provisão foi definida a qual permitiria a utilização de uma RS como um tradutor de interface, tal como utilizando o 802.16 como uma transferência de dados para prover uma conexão entre quaisquer outras redes, tais como aquelas redes que operam sob os padrões IEEE 802.11, 802.15 e 802.16.

[006] Além disso, durante as situações de desastre quando uma estação base é desconectada da rede, não existe nenhum modo para a BS restabelecer rapidamente, mas temporariamente, as comunicações essenciais através de outra BS. Os reparos na transferência de dados podem levar diversos dias até semanas de interrupção de serviço em uma situação de desastre.

[007] Finalmente, quando múltiplas portadoras são utilizadas, o padrão 802.16j corrente tem uma estrutura de quadro que suporta uma comunicação da BS para as MSs e para a RS ao mesmo tempo utilizando a mesma frequência, f_1 , e da RS para as suas MSs e para uma segunda RS de salto utilizando uma segunda frequência, f_2 . No entanto, a recepção no retransmissor da BS em f_1 e a transmissão do retransmissor para as suas MSs e RSs subordinadas são em tempos diferentes pela estrutura de quadro corrente, o que efetivamente dobra a quantidade de recursos requerida para transmitir uma mensagem.

[008] Portanto, existe uma necessidade para uma estrutura de quadro de retransmissão sem fio, protocolo e funções operacionais as quais resolvem as deficiências acima para utilização em comunicações de padrão IEEE 802.16m.

Sumário da Invenção

[009] A presente invenção vantajosamente provê uma estação de retransmissão para utilização em um sistema de comunicação celular. Apesar de descritos em relação a estações de retransmissão, os métodos apresentados na presente invenção são capazes de ser executados por outros equipamentos, sistemas e aparelhos.

[0010] De acordo com um aspecto da presente invenção, uma estação de retransmissão está provida para utilização em um sistema de comunicação sem fio. O sistema de comunicação sem fio inclui uma pluralidade de estações base comunicativamente acopladas a uma rede de transferência de dados e pelo menos uma estação móvel. A estação de retransmissão é compartilhada por pelo menos uma primeira estação base e uma segunda estação base. A estação de retransmissão inclui um transceptor, um controlador e um circuito de retransmissão. O transceptor é operável para transmitir os sinais sem fio para a e receber os sinais sem fio da primeira estação base, da segunda estação base, e de uma estação móvel. Os sinais sem fio transmitidos para a primeira estação base e a segunda estação base incluem um único preâmbulo, MAP e FCH. O controlador está eletricamente conectado no transceptor. O controlador é operável para medir uma qualidade de sinal da estação móvel a qual está comunicativamente conectada na primeira estação base. O circuito de retransmissão está eletricamente conectado no controlador. O circuito de retransmissão é operável para conduzir um *handoff* em fase (*phased handoff*) da estação móvel da primeira estação base para a segunda estação base com base na qualidade de sinal.

[0011] De acordo com outro aspecto da presente invenção, uma estação de retransmissão está provida para utilização em um sistema de comunicação sem fio. O sistema de comunicação sem fio inclui pelo menos uma estação base e pelo menos um dispositivo de comunicação. A estação de retransmissão inclui pelo menos um transceptor, pelo menos duas interfaces de comunicação, um tradutor de interface e um circuito de retransmissão. O pelo menos um transceptor é operável para transmitir os sinais para uma e receber os sinais de uma estação base e um dispositivo de comunicação. As pelo menos duas interfaces de comunicação estão eletricamente conectadas no pelo menos um transceptor. Cada interface de comunicação implementa uma diferente pilha de protocolos de comunicação. O tradutor de interface está eletricamente conectado nas pelo menos duas interfaces de comunicação. O tradutor de interface operável para traduzir as informações entre as interfaces de comunicação de uma primeira pilha de protocolos associada com uma primeira das interfaces de comunicação para uma segunda pilha de protocolos associada com uma segunda das interfaces de comunicação. O circuito de retransmissão está eletricamente conectado no pelo menos um transceptor. O circuito de retransmissão é operável para transferir os sinais entre a estação base e o dispositivo de comunicação.

[0012] De acordo com ainda outro aspecto da presente invenção, uma estação de retransmissão está provida para utilização em um sistema de comunicação sem fio. O sistema de comunicação sem fio inclui pelo menos uma estação base, pelo menos uma estação de retransmissão subordinada, e pelo menos uma estação móvel. A estação de retransmissão inclui um circuito de retransmissão e um primeiro transceptor. O circuito de retransmissão é operável para transferir os sinais sem fio entre a estação base e o dispositivo de

comunicação, e entre a estação base e a estação de retransmissão subordinada. O primeiro transceptor está eletricamente conectado no circuito de retransmissão. O primeiro transceptor é operável para receber simultaneamente um primeiro sinal sem fio da estação base utilizando uma primeira frequência e transmitir um segundo sinal sem fio para a estação de retransmissão subordinada utilizando uma segunda frequência.

Breve Descrição dos Desenhos

[0013] Uma compreensão mais completa da presente invenção, e de suas vantagens e características resultantes, será mais prontamente compreendida por referência à descrição detalhada seguinte quando considerada em conjunto com os desenhos acompanhantes, em que:

[0014] a figura 1 é um diagrama de blocos de um sistema de comunicação celular exemplar construído de acordo com os princípios da presente invenção;

[0015] a figura 2 é um diagrama de blocos de uma estação base exemplar construída de acordo com os princípios da presente invenção;

[0016] a figura 3 é um diagrama de blocos de um terminal sem fio exemplar construído de acordo com os princípios da presente invenção;

[0017] a figura 4 é um diagrama de blocos de uma estação de retransmissão exemplar construída de acordo com os princípios da presente invenção;

[0018] a figura 5 é um diagrama de blocos de um colapso lógico de uma arquitetura de transmissor de OFDM exemplar construída de acordo com os princípios da presente invenção;

[0019] a figura 6 é um diagrama de blocos de um colapso lógico de uma arquitetura de receptor de OFDM exemplar construída de

acordo com os princípios da presente invenção;

[0020] a figura 7 é um fluxograma que ilustra um *handoff* em fase que utiliza uma estação de retransmissão que serve a múltiplas estações base de acordo com os princípios da presente invenção;

[0021] a figura 8 é um fluxograma de um processo de *handoff* em fase exemplar de acordo com os princípios da presente invenção;

[0022] a figura 9 é um fluxograma que ilustra um *handoff* em fase que utiliza um grupo de estações de retransmissão que servem a múltiplas estações base de acordo com os princípios da presente invenção;

[0023] a figura 10 é um fluxograma de uma função de tradutor de interface exemplar em uma estação de retransmissão de acordo com os princípios da presente invenção;

[0024] a figura 11 é um fluxograma de uma função de tradutor de interface alternativo em uma estação de retransmissão de acordo com os princípios da presente invenção;

[0025] a figura 12 é um fluxograma de um processo de recuperação de desastre exemplar de acordo com os princípios da presente invenção;

[0026] a figura 13 é uma tabela que ilustra as opções de estrutura de quadro de retransmissão exemplares para os sinais fora de banda de acordo com os princípios da presente invenção;

[0027] a figura 14 é uma estrutura de quadro exemplar para uma linha ou conexão de retransmissão não-16e de acordo com os princípios da presente invenção;

[0028] a figura 15 ilustra estruturas de quadro exemplares para portadoras interferentes para uma conexão de retransmissão e conexões de acesso com um único rádio de acordo com os princípios da presente invenção;

[0029] a figura 16 ilustra estruturas de quadro exemplares para

uma conexão de retransmissão sem fio que tem uma portadora não interferente com dois rádios de acordo com os princípios da presente invenção; e

[0030] a figura 17 ilustra estruturas de quadro alternativas para uma conexão de retransmissão sem fio que tem uma portadora não interferente com dois rádios de acordo com os princípios da presente invenção.

Descrição Detalhada da Invenção

[0031] Antes de descrever em detalhes as modalidades exemplares que estão de acordo com a presente invenção, é notado que as modalidades residem primariamente em combinações de componentes de aparelho e etapas de processamento relativos a aperfeiçoar o desempenho de sistema total e a eficiência espectral de um sistema de comunicação que utiliza os esquemas de adaptação de conexão. Consequentemente, os componentes de sistema e método foram aqui representados onde apropriado por símbolos convencionais nos desenhos, mostrando somente aqueles detalhes específicos que são pertinentes à compreensão das modalidades da presente invenção de modo a não obscurecer a descrição com detalhes que serão prontamente aparentes para aqueles versados na técnica tendo o benefício da descrição aqui.

[0032] Como aqui utilizados, os termos relacionais, tais como "primeiro" e "segundo", "superior" e "inferior", e similares, podem ser utilizados somente para distinguir uma entidade ou elemento de outra entidade ou elemento sem necessariamente requerer ou implicar qualquer relação ou ordem física ou lógica entre tais entidades ou elementos.

[0033] Referindo-se agora às figuras de desenho nas quais as designações de referência iguais referem-se a elementos iguais, está mostrado na figura 1, um sistema de comunicação 10 exemplar

provido de acordo com os princípios da presente invenção. O sistema de comunicação 10 inclui um controlador de estação base ("BSC") 12 que controla as comunicações sem fio dentro de múltiplas células 14, cujas células são servidas por estações base ("BS") 16 correspondentes. Em algumas configurações, cada célula está adicionalmente dividida em múltiplos setores 18 ou zonas (não mostradas). Em geral, cada estação base 16 facilita as comunicações utilizando uma multiplexação de divisão de frequência ortogonal ("OFDM") com terminais móveis e/ou sem fio 20, os quais estão dentro da célula 14 associada com a estação base 16 correspondente. O movimento dos terminais móveis 20 em relação às estações base 16 resulta em uma flutuação significativa em condições de canal. Como ilustrado, as estações base 16 e os terminais móveis 20 podem incluir múltiplas antenas para prover uma diversidade espacial para as comunicações. Em algumas configurações, estações de retransmissão 22 podem auxiliar nas comunicações entre as estações base 16 e os terminais sem fio 20. Os terminais sem fio 20 podem ser transferidos de qualquer célula 14, setor 18, zona (não mostrada), estação base 16 ou de retransmissão 22 para outra célula 14, setor 18, zona (não mostrada), estação base 16 ou de retransmissão 22. Em algumas configurações, as estações base 16 comunicam uma com a outra e com outra rede (tal como uma rede de núcleo ou a Internet, ambas não mostradas) sobre uma rede de transferência de dados 24. Em algumas configurações, um controlador de estação base 12 não é necessário.

[0034] Com referência à figura 2, um exemplo de uma estação base 16 está ilustrado. A estação base 16 geralmente inclui um sistema de controle 26, um processador de banda de base 28, um circuito de transmissão 30, um circuito de recepção 32, múltiplas antenas 34a, 34b e uma interface de rede 36. O sistema de controle

26 pode ser uma unidade de processamento central ("CPU") ou outro controlador ou microprocessador. O circuito de recepção 32 recebe os sinais de frequência de rádio que contêm as informações através de uma antena de recepção 34a de um ou mais transmissores remotos providos pelos terminais móveis 20 (ilustrados na figura 3) e estações de retransmissão 22 (ilustradas na figura 4). Apesar de mostrado na figura 2 com somente uma antena de recepção 34a e uma antena de transmissão 34b, o número de antenas de recepção 34a e de antenas de transmissão 34b pode ser mais do que um. Também, as antenas de transmissão 34b podem ser as mesmas antenas 34a utilizadas para a recepção. Um amplificador de baixo ruído e um filtro (não mostrados) podem cooperar para amplificar e remover a interferência de banda larga do sinal para o processamento. Um circuito de redução de definição e de digitalização (não mostrado) reduz a definição do sinal recebido, filtrado para um sinal intermediário ou de frequência de banda de base, o qual é digitalizado em um ou mais fluxos digitais.

[0035] O processador de banda de base 28 processa o sinal recebido digitalizado para extrair as informações ou bits de dados conduzidos no sinal recebido. Este processamento tipicamente compreende as operações de demodulação, decodificação, e de correção de erro. Como tal, o processador de banda de base 28 está geralmente implementado em um ou mais processadores de sinal digital ("DSPs") e/ou circuitos integrados de aplicação específica ("ASICs"). As informações recebidas são enviadas através de uma rede sem fio através da interface de rede 36 ou transmitidas para outro terminal móvel 20 servido pela estação base 16, ou diretamente ou com o auxílio de um retransmissor 22.

[0036] No lado de transmissão, o processador de banda de base 28 recebe os dados digitalizados, os quais podem representar voz, dados, ou informações de controle, da interface de rede 36 sob o controle do

sistema de controle 26, e decodifica os dados para a transmissão. Os dados codificados são emitidos para o circuito de transmissão 30, onde estes são modulados por um ou mais sinais de portadora que têm uma frequência ou frequências de transmissão desejadas. Um amplificador de potência (não mostrado) amplifica os sinais de portadora modulados para um nível apropriado para a transmissão, e fornece os sinais de portadora modulados para as antenas de transmissão 34b através de uma rede casada (não mostrada). Os detalhes de modulação e de processamento estão abaixo descritos em maiores detalhes.

[0037] Com referência à figura 3, um exemplo de um terminal móvel 20 está ilustrado. Similarmente à estação base 16, o terminal móvel 20 inclui um sistema de controle 38, um processador de banda de base 40, um circuito de transmissão 42, um circuito de recepção 44, múltiplas antenas 46a, 46b e um circuito de interface de usuário 48. O sistema de controle 38 pode ser uma CPU ou outro controlador ou microprocessador. O circuito de recepção 44 recebe os sinais de frequência de rádio que contêm as informações através de uma antena de recepção 46a de uma ou mais estações base 16 e de retransmissão 22. Apesar de mostrado na figura 3 com somente uma antena de recepção 46a e uma antena de transmissão 46b, o número de antenas de recepção 46a e de antenas de transmissão 46b pode ser mais do que um. Também, as antenas de transmissão 46b podem ser as mesmas antenas 46a utilizadas para a recepção. Um amplificador de baixo ruído e um filtro (não mostrados) podem cooperar para amplificar e remover a interferência de banda larga do sinal para o processamento. Um circuito de redução de definição e de digitalização (não mostrado) reduz a definição do sinal recebido, filtrado para um sinal intermediário ou de frequência de banda de base, o qual é digitalizado em um ou mais fluxos digitais.

[0038] O processador de banda de base 40 processa o sinal

recebido digitalizado para extrair as informações ou bits de dados conduzidos no sinal recebido. Este processamento tipicamente compreende as operações de demodulação, decodificação, e de correção de erro. O processador de banda de base 40 está geralmente implementado em um ou mais DSPs e/ou ASICs.

[0039] Para a transmissão, o processador de banda de base 40 recebe os dados digitalizados, os quais podem representar voz, vídeo, dados, ou informações de controle, do sistema de controle 26, os quais este codifica para a transmissão. Os dados codificados são emitidos para o circuito de transmissão 42, onde estes são utilizados por um modulador para modular um ou mais sinais de portadora a uma frequência ou frequências de transmissão desejadas. Um amplificador de potência (não mostrado) amplifica os sinais de portadora modulados para um nível apropriado para a transmissão, e fornece os sinais de portadora modulados para as antenas de transmissão 46b através de uma rede casada (não mostrada). Várias técnicas de modulação e de processamento disponíveis para aqueles versados na técnica são utilizadas para a transmissão de sinal entre o terminal móvel e a estação base, ou diretamente ou através da estação de retransmissão.

[0040] Na modulação de OFDM, a banda de transmissão é dividida em múltiplas ondas de portadora ortogonais. Cada onda de portadora é modulada de acordo com os dados digitais a serem transmitidos. Como a OFDM divide a banda de transmissão em múltiplas portadoras, a largura de banda por portadora diminui e o tempo de modulação por portadora aumenta. Como múltiplas portadoras são transmitidas em paralelo, a taxa de transmissão para os dados digitais, ou símbolos, sobre qualquer dada portadora é mais baixa do que se uma única portadora fosse utilizada.

[0041] A modulação de OFDM utiliza o desempenho de uma

Transformada de Fourier Rápida Inversa ("IFFT") sobre as informações a serem transmitidas. Para a demodulação, o desempenho de uma Transformada de Fourier Rápida ("FFT") sobre o sinal recebido recupera as informações transmitidas. Na prática, a IFFT e a FFT são providas por processamento de sinal digital que executa uma Transformada de Fourier Discreta Inversa ("IDFT") e uma Transformada de Fourier Discreta ("DFT"), respectivamente. Consequentemente, o aspecto caracterizante de modulação de OFDM é que as ondas de portadora ortogonais são geradas para múltiplas bandas dentro de um canal de transmissão. Os sinais modulados são sinais digitais que têm uma taxa de transmissão relativamente baixa e capazes de permanecer dentro de suas respectivas bandas. As ondas de portadora individuais não são moduladas diretamente pelos sinais digitais. Ao contrário, todas as ondas de portadora são moduladas uma vez por processamento de IFFT.

[0042] Em operação, a OFDM é de preferência utilizada para pelo menos uma transmissão de enlace descendente das estações base 16 para os terminais móveis 20. Cada estação base 16 está equipada com "n" antenas de transmissão 34b ($n \geq 1$), e cada terminal móvel está equipado com "m" antenas de recepção ($m \geq 1$). Notadamente, as respectivas antenas podem ser utilizadas para recepção e transmissão utilizando duplexadores ou comutadores apropriados e estão assim identificados somente para clareza.

[0043] Quando as estações de retransmissão 22 são utilizadas, a OFDM é de preferência utilizada para a transmissão de enlace descendente das estações base 16 para os retransmissores 22 ou das estações de retransmissão 22 para os terminais móveis 20.

[0044] Com referência à figura 4, um exemplo de uma estação de retransmissão 22 está ilustrado. Similarmente à estação base 16, e à estação móvel 20, a estação de retransmissão 22 inclui um sistema de

controle 50, um processador de banda de base 52, um circuito de transmissão 54, um circuito de recepção 56, múltiplas antenas 58a, 58b e um circuito de retransmissão 60. O sistema de controle 50 pode ser uma CPU ou outro controlador ou microprocessador. O circuito de retransmissão 60 permite a transferência 22 auxiliar nas comunicações entre a estação base 16 e os terminais móveis 20. O circuito de recepção 56 recebe os sinais de frequência de rádio que contêm as informações através de uma antena de recepção 58a de uma ou mais estações base 16 e terminais móveis 20. Apesar de mostrado na figura 4 com somente uma antena de recepção 58a e uma antena de transmissão 58b, o número de antenas de recepção 58a e de antenas de transmissão 58b pode ser mais do que um. Também, as antenas de transmissão 58b podem ser as mesmas antenas 58a utilizadas para a recepção. Um amplificador de baixo ruído e um filtro (não mostrados) podem cooperar para amplificar e remover a interferência de banda larga do sinal para o processamento. Um circuito de redução de definição e de digitalização (não mostrado) reduz a definição do sinal recebido, filtrado para um sinal intermediário ou de frequência de banda de base, o qual é digitalizado em um ou mais fluxos digitais.

[0045] O processador de banda de base 52 processa o sinal recebido digitalizado para extrair as informações ou bits de dados conduzidos no sinal recebido. Este processamento tipicamente compreende as operações de demodulação, decodificação, e de correção de erro. O processador de banda de base 52 está geralmente implementado em um ou mais DSPs e/ou ASICs.

[0046] Para a transmissão, o processador de banda de base 52 recebe os dados digitalizados, os quais podem representar voz, vídeo, dados, ou informações de controle, do sistema de controle 50, os quais este codifica para a transmissão. Os dados codificados são emitidos para o circuito de transmissão 54, onde estes são utilizados

por um modulador para modular um ou mais sinais de portadora que estão a uma frequência ou frequências de transmissão desejadas. Um amplificador de potência (não mostrado) amplificará os sinais de portadora modulados para um nível apropriado para a transmissão, e fornecerá o sinal de portadora modulado para a antena de transmissão 58b através de uma rede casada (não mostrada). Várias técnicas de modulação e de processamento disponíveis para aqueles versados na técnica são utilizadas para a transmissão de sinal entre o terminal móvel 20 e a estação base 16, ou diretamente ou indiretamente através de uma estação de retransmissão 22, como acima descrito.

[0047] Com referência à figura 5, uma arquitetura de transmissão de OFDM lógica está provida. Inicialmente, o controlador de estação base 12 (ver figura 1) envia os dados destinados para transmissão para os vários terminais móveis 20 para a estação base 16 ou diretamente ou com o auxílio de uma estação de retransmissão 22. A estação base 16 pode utilizar os indicadores de qualidade de canal ("CQIs") associados com os terminais móveis 20 para programar os dados para transmissão assim como selecionar uma codificação e uma modulação apropriadas para transmitir os dados programados. Os CQIs podem ser diretamente dos terminais móveis 20 ou determinados na estação base 16 com base em informações providas pelos terminais móveis 20. Em qualquer caso, o CQI para cada terminal móvel 20 é uma função do grau para o qual a amplitude de canal (ou resposta) varia através da banda de frequência de OFDM.

[0048] Os dados programados 62, os quais são um fluxo de bits, são misturados em um modo que reduz a razão de potência de pico para média associada com os dados utilizando uma lógica de mistura de dados 64. Uma verificação de redundância cíclica ("CRC") para os dados misturados é determinada e anexada aos dados misturados utilizando uma lógica de adição de CRC 66. A codificação de canal é

executada utilizando uma lógica de codificador de canal 68 para adicionar redundância efetivamente aos dados para facilitar a recuperação e a correção de erro no terminal móvel 20. Novamente, a codificação de canal para um terminal móvel 20 específico está baseada no CQI. Em algumas implementações, a lógica de codificador de canal 68 utiliza as técnicas de codificação Turbo conhecidas. Os dados codificados são processados por uma lógica de casamento de taxa 70 para compensar a expansão de dados associada com a codificação.

[0049] Uma lógica de intercalador de bits 72 reordena sistematicamente os bits nos dados codificados para minimizar a perda de bits de dados consecutivos. Os bits de dados resultantes são sistematicamente mapeados para símbolos correspondentes dependendo da modulação de banda de base escolhida pela lógica de mapeamento 74. De preferência, uma modulação de Modulação de Amplitude de Quadratura ("QAM") ou de Chave de Deslocamento de Fase de Quadratura ("QPSK") é utilizada. O grau de modulação é de preferência escolhido com base no CQI para o terminal móvel 20 específico. Os símbolos podem ser sistematicamente reordenados para resguardar adicionalmente a imunidade do sinal transmitido para perdas de dados periódicas causadas por desvanecimento seletivo de frequência utilizando uma lógica de intercalação de símbolos 76.

[0050] Neste ponto, grupos de bits foram mapeados para símbolos que representam localizações em uma constelação de amplitudes e fases. Quando uma diversidade espacial é desejada, blocos de símbolos são então processados por lógica de codificador de código de bloco de espaço - tempo ("STC") 78, o que modifica os símbolos em um modo que torna os sinais transmitidos mais resistentes a interferências e mais prontamente decodificados em um terminal móvel 20. A lógica de codificador de STC 78 processa os símbolos

que entram e provê "n" saídas que correspondem ao número de antenas de transmissão 34b para a estação base 16. O sistema de controle 26 e/ou o processador de banda de base 28, como acima descrito com relação à figura 2, provê um sinal de controle de mapeamento para a codificação de STC de controle. Neste ponto, assumo que os símbolos para as "n" saídas são representativos dos dados a serem transmitidos e capazes de ser recuperados pelo terminal móvel 20.

[0051] Para o presente exemplo, assumo que a estação base 16 tem duas antenas de transmissão 32b ($n=2$) e a lógica de codificador de STC 78 provê dois fluxos de símbolos de saída. Consequentemente, cada um dos fluxos de símbolos emitidos pela lógica de codificador de STC 78 é enviado para um processador de IFFT 80a, 80b correspondente (aqui coletivamente referidos como IFFT 80), ilustrados separadamente para facilidade de compreensão. Aqueles versados na técnica reconhecerão que um ou mais processadores podem ser utilizados para prover tal processamento de sinal digital, sozinhos ou em combinação com outro processamento aqui descrito. Os processadores de IFFT 80 de preferência operam sobre os respectivos símbolos para prover uma Transformada de Fourier Inversa. A saída dos processadores de IFFT 80 provê símbolos no domínio de tempo. Os símbolos de domínio de tempo estão agrupados em quadros, os quais estão associados com uma lógica de inserção de prefixo por prefixo 82a, 82b (aqui referida coletivamente como inserção de prefixo 82). Cada um dos sinais resultantes é aumentado em definição no domínio digital para uma frequência intermediária e convertido para um sinal analógico através do circuito de conversão de aumento de definição digital ("DUC") e digital para analógico ("D/A") 84a, 84b (aqui referido coletivamente como DUC + D/A 84). Os sinais resultantes (analógicos) são

simultaneamente modulados na frequência de RF desejada, amplificados, e transmitidos através do circuito de RF 86a, 86b (aqui coletivamente referidos como circuito de RF 86) e das antenas 34b. Notadamente, os sinais piloto conhecidos pelo terminal móvel 16 pretendido estão dispersos entre as subportadoras. O terminal móvel 16, o qual está abaixo discutido em detalhes, utiliza os sinais piloto para a estimativa de canal.

[0052] Referência é agora feita à figura 6 para ilustrar a recepção dos sinais transmitidos por um terminal móvel 20, ou diretamente da estação base 16 ou com o auxílio do retransmissor 22. Quando da chegada dos sinais transmitidos em cada uma das antenas 46a do terminal móvel 20, os respectivos sinais são demodulados e amplificados por um circuito de RF 88 correspondente. Para o bem de brevidade e clareza, somente um dos dois percursos de recepção está descrito e ilustrado em detalhes. O circuito de conversor analógico para digital (A/D) e de redução de definição 90 digitaliza e reduz a definição do sinal analógico para um processamento digital. O sinal digitalizado resultante pode ser utilizado pelo circuito de controle de ganho automático (AGC) 92 para controlar o ganho dos amplificadores no circuito de RF 88 com base no nível de sinal recebido.

[0053] Inicialmente, o sinal digitalizado é provido para a lógica de sincronização 94, a qual inclui uma lógica de sincronização grossa 96, a qual armazena diversos símbolos de OFDM e calcula uma autocorrelação entre os dois símbolos de OFDM sucessivos. Um índice de tempo resultante que corresponde ao máximo do resultado de correlação determina uma janela de pesquisa de sincronização fina, a qual é utilizada pela lógica de sincronização fina 98 para determinar uma posição de início de quadro precisa com base nos cabeçalhos. A saída da lógica de sincronização fina 98 facilita a aquisição pela lógica de alinhamento de quadro 100. Um alinhamento de quadro apropriado

é importante de modo que o processamento de FFT subsequente provenha uma conversão precisa do domínio de tempo para o domínio de frequência. O algoritmo de sincronização fina está baseado na correlação entre os sinais piloto recebidos carregados pelos cabeçalhos e uma cópia local dos dados piloto conhecidos. Uma vez que a aquisição de alinhamento de quadro ocorre, o prefixo do símbolo de OFDM é removido com a lógica de remoção de prefixo 102 e as amostras resultantes são enviadas para a lógica de correção de deslocamento de frequência 104, a qual compensa o deslocamento de frequência de sistema causado pelos osciladores locais descasados no transmissor e no receptor. De preferência, a lógica de sincronização 94 inclui uma lógica de deslocamento de frequência e estimativa de relógio 106, a qual está baseada nos cabeçalhos para ajudar a estimar tais efeitos sobre o sinal transmitido e prover estas estimativas para a lógica de correção 104 para processar apropriadamente os símbolos de OFDM.

[0054] Neste ponto, os símbolos de OFDM no domínio de tempo estão prontos para conversão para o domínio de frequência utilizando a lógica de processamento de FFT 108. Os resultados são símbolos de domínio de frequência, os quais são enviados para a lógica de processamento 110. A lógica de processamento 110 extrai o sinal piloto disperso utilizando a lógica de extração de piloto disperso 112, determina uma estimativa de canal com base no sinal piloto extraído utilizando a lógica de estimativa de canal 114, e provê as respostas de canal para todas as subportadoras utilizando a lógica de reconstrução de canal 116. De modo a determinar uma resposta de canal para cada uma das subportadoras, o sinal piloto é essencialmente múltiplos símbolos piloto que estão dispersos entre os símbolos de dados através de todas as subportadoras de OFDM em um padrão conhecido tanto no tempo quanto na frequência.

[0055] Continuando com a figura 6, a lógica de processamento 110 compara os símbolos piloto recebidos com os símbolos piloto que são esperados em certas subportadoras em certos tempos para determinar uma resposta de canal para as subportadoras nas quais os símbolos piloto são transmitidos. Os resultados são interpolados para estimar uma resposta de canal para a maioria das, se não todas as, subportadoras restantes para as quais os símbolos piloto não foram providos. As respostas de canal real e interpolada são utilizadas para estimar uma resposta de canal total, a qual inclui as respostas de canal para a maioria, das, se não todas as, subportadoras no canal de OFDM.

[0056] Os símbolos de domínio de frequência e as informações de reconstrução de canal, as quais são derivadas das respostas de canal para cada percurso de recepção são providos para um decodificador de STC 118, o qual provê uma decodificação de STC sobre ambos os percursos recebidos para recuperar os símbolos transmitidos. As informações de reconstrução de canal proveem as informações de equalização para o decodificador de STC 118 suficientes para remover os efeitos do canal de transmissão quando processando os respectivos símbolos de domínio de frequência.

[0057] Os símbolos recuperados são colocados de volta em ordem utilizando a lógica de desintercalador de símbolos 120, a qual corresponde à lógica de intercalador de símbolos 76 do transmissor de estação base 16. Os símbolos desintercalados são então demodulados ou desmapeados para um fluxo de bits correspondente utilizando a lógica de desmapeamento 122. Os bits são então desintercalados utilizando a lógica de desintercalador de bits 124, a qual corresponde à lógica de intercalador 22 da arquitetura de transmissor de estação base 16. Os bits desintercalados são então processados pela lógica de descasamento de taxa 126 e apresentados

para a lógica de decodificador de canal 128 para recuperar os dados inicialmente misturados e a soma de verificação de CRC. Consequentemente, a lógica de CRC 130 remove a soma de verificação de CRC, verifica os dados misturados em um modo tradicional, e os provê para a lógica de desmisturamento 132 para desmisturar utilizando o código de desmisturamento de estação base conhecido para recuperar os dados originalmente transmitidos 134.

[0058] Em paralelo à recuperação dos dados 134, um CQI 136, ou pelo menos informações suficientes para criar uma CQI na estação base 16, é determinado por uma lógica de análise de variação de canal 138 e transmitido para a estação base 16. Como acima notado, o CQI 136 pode ser uma função da razão de portadora para interferência ("CIR") 140, assim como o grau no qual a resposta de canal varia através das várias subportadoras na banda de frequência de OFDM. Para esta modalidade, o ganho de canal para cada subportadora na banda de frequência de OFDM que está sendo utilizada para transmitir as informações é comparado um em relação ao outro para determinar o grau no qual o ganho de canal varia através da banda de frequência de OFDM. Apesar de numerosas técnicas serem disponíveis para medir o grau de variação, uma técnica é calcular o desvio padrão do ganho de canal para cada subportadora através de todo o tempo que a banda de frequência de OFDM está sendo utilizada para transmitir os dados.

Handoff em fase Utilizando Um Retransmissor Que Serve a Múltiplas Estações base

[0059] Uma estação de retransmissão ("RS") compartilhada é uma retransmissão a qual pode comunicar com duas ou mais estações base ("BSs") mas transmite um único preâmbulo, protocolo de acesso de mídia ("MAP") e cabeçalho de controle de quadro ("FCH"). Duas ou mais RSs colocalizadas e conectadas que transmitem um único

preâmbulo, MAP e FCH podem também ser consideradas como uma RS compartilhada. Como pelo padrão 802.16j, esta RS compartilhada atua como duas RSs comunicando com duas BSs. A sincronização é executada utilizando os sinais de sincronização de uma estação. Sempre que uma conexão falha, quaisquer comunicações através de outras conexões falharão também.

[0060] Referindo-se agora à figura 7, uma estação de retransmissão ("RS") 22 que serve ou é servida para múltiplas estações base ("BSs") 16a, 16b. Apesar de somente duas BSs serem mostradas para propósitos ilustrativos, os princípios da presente invenção podem aplicar igualmente quando uma RS 22 está servindo qualquer número de BSs 16. A RS 22 deve estar localizada na borda de célula ou borda de setor de modo que esta receba bons sinais de ambas as BSs 16a, 16b. As estações móveis ("MSs") 20 que podem utilizar a RS 22 para comunicação são servidas ou pela BS1 16a ou pela BS2 16b. A seleção é feita com base na força e/ou velocidade de sinal relativas da MS 20.

[0061] A figura 7 ilustra o padrão de movimento e de comunicação de uma MS 20 ao longo do tempo, como determinado pela força de sinal recebida. Um fluxograma operacional exemplar está provido na figura 8 o qual descreve as etapas para executar o *handoff* utilizando as estações de retransmissão, como mostrado na figura 7. Em um primeiro tempo, T1, a MS 20 é conectada diretamente na BS1 16a (etapa S102). Em T2, a MS 20 moveu para dentro da área de RS 22. A força de sinal é medida ao longo do percurso de MS-BS1 direto, assim como no percurso de MS-RS-BS1. A força de sinal ("S") pode ser estimada como condições de sinal efetivas para diferentes conexões. A S pode estar baseada em medições ou de enlace ascendente ("UL") ou de enlace descendente ("DL"), tal como, mas limitado a, portadora/interferência ("C/I"), força de sinal recebida ("RSSI"), ou

nível de interferência. Neste exemplo, "S1" denota o nível de sinal de BS1 16a, "S2" denota o nível de sinal de BS2 16b, e "SR" denota o nível de sinal efetivo de RS 22. O nível de sinal efetivo de RS 22 é o nível de sinal equivalente considerando ambos os níveis de sinal de conexão de BS-RS quanto de conexão de RS-MS.

[0062] Desde que a força de sinal efetiva ao longo do percurso de retransmissão seja menor do que a força de sinal ao longo do percurso direto para BS1, isto é, $(S1, SR) \text{ Efetiva} < S1 + H1$ (etapa S104), a comunicação de MS-BS1 direta é mantida. H1 é um fator utilizado para introduzir a histerese. No entanto, se a força de sinal efetiva ao longo do percurso de retransmissão for maior do que a força de sinal ao longo do percurso direto para BS1, isto é, $(S1, SR) \text{ Efetiva} < S1 + H1$ (etapa S104), então a comunicação com a MS 20 é agora controlada indiretamente para RS 22, mas a RS 22 mantém a comunicação através do mesmo nó de transferência, isto é, BS 16a (etapa S106), e a MS 20 comunica sobre a BS1 16a através da RS 22 (etapa S108). Portanto, este *handoff* é uma transferência intra-BS e pode ser completado muito rapidamente.

[0063] Após algum tempo T3, a MS 20 move para a área da BS2 16b enquanto ainda sincronizada e conectada com a BS1 16a através da RS 22 (etapa S110). Pode ser ainda melhor servir da RS 22 ao invés de diretamente da BS1 16a ou da BS2 16b. Se a força de sinal efetiva da conexão de MS-RS-BS1 for maior do que a força de sinal efetiva da conexão de MS-RS-BS2 (etapa S112), então a chamada permanece conectada na RS 22 e é transferida para a rede através da estação base BS1 16a. No entanto, se a força de sinal efetiva da conexão de MS-RS-BS2 for maior do que a força de sinal efetiva da conexão de MS-RS-BS1 (etapa S112), a RS 22 solicita uma transferência parcial da MS 20 para a BS2 16b, a qual é transparente para a MS 20 (etapa S114). A chamada permanece conectada na RS

22 e é transferida para a rede através da estação base BS2 16b (etapa S116). Esta transferência é executada com alguma medida de confiança, utilizando uma histerese para evitar um efeito "pingue-pongue". A RS 22 pode ter uma margem de histerese mais alta aqui porque a comunicação de MS 20 não é sacrificada.

[0064] Uma vez que exista uma confiança suficiente de que a MS 20 moveu para o território de BS2 16b e está melhor servida pela BS2 16b, uma transferência de RS 22 para BS2 16b pode ocorrer no tempo T4 (etapa S120). Esta é também uma transferência intra-BS e pode ser executada rapidamente. A qualidade não é comprometida porque a MS está sempre conectada na RS 22 durante o período de transferência. Portanto, a transferência de BS-BS arriscada é feita transparente para a MS 20 sem comprometer qualquer qualidade de sinal ou possibilidade de queda da chamada. Quando o carregamento de cada BS 16a, 16b é diferente, estes limites poderiam ser ajustados para refletir o carregamento ou o carregamento deveria ser ponderado nas avaliações acima.

[0065] A figura 9 ilustra uma modalidade alternativa que inclui um grupo de RS compartilhado, onde múltiplas RSs 22a, 22b, 22c, 22d, 22e que compartilham a mesma identidade estão conectadas a duas BSs 16a, 16b. O processo é o mesmo que acima discutido, mas antes da MS 20 mover para a BS2 16b, esta pode passar através de diversas RSs 22a, 22b, 22c, 22d, 22e intermediárias no grupo de RS transparente para a MS 20. Alternativamente, a RS 22 pode ser uma RS transparente, onde a MS 20 não observa uma transferência mesmo de RS para BS.

Utilização de Estação de Retransmissão Como Tradutor de Interface de Ar

[0066] Uma estação de retransmissão 802.16 22 pode ser utilizada como um tradutor de interface implementando mais do que uma

interface na estação de retransmissão. A estação de retransmissão 22 pode atuar como um agregador em uma rede sem fio e coletar os dados de uma interface e transferi-los em outra interface. Uma estação de retransmissão 22 pode implementar um rádio ou mais do que um rádio para comunicação sobre mais do que uma interface. Para um caso de um único rádio, uma tecnologia de multiplexação de domínio de tempo ("TDM") pode ser implementada pela utilização de alguma propriedade de interface para compartilhamento de tempo, por exemplo, o tempo livre de contenção de 802.11. A retransmissão de dados entre uma estação base 16 e a estação de retransmissão 22 é na base de camada 2, por meio disto requerendo menos excesso de bits para implementar.

[0067] Referindo-se agora à figura 10, duas pilhas de protocolos 144, 146 estão definidas para habilitar a RS 22 como um tradutor de interface. O tradutor RS 22 implementa um conjunto de protocolos 144 de 802.16 para permitir uma comunicação com uma estação base de retransmissão de múltiplos saltos ("MR-BS") 16 ou RS 22 da família 802.16. O tradutor RS 22 implementa outra interface 146 para permitir uma comunicação com o equipamento, por exemplo, a estação móvel, o equipamento de usuário, etc. que implementam o mesmo tipo de interface. Por exemplo, na figura 10, a segunda interface 146 utiliza 802.11. Um túnel sem fio ou conexão de transporte 148 é estabelecido entre a MR-BS 16 de 802.16 e o tradutor RS 22. As informações de qualidade de serviço ("QoS") podem ser extraídas pela MS 20 ou pelo tradutor RS 22 da camada superior e inseridas ou em um cabeçalho de pacote de túnel ou um cabeçalho de pacote de conexão. O roteamento e o controle de QoS sobre o túnel/conexão sem fio entre a BS 16 e o tradutor RS 22 são puramente com base na camada 2. Uma supressão de cabeçalho de camada superior sobre o túnel sem fio 148 pode ser implementada tanto pela BS 16 quanto pelo acesso RS 22

definindo uma ID de fluxo de camada 2 para cada fluxo de camada superior cuidado pelo acesso RS 22 e o acoplamento entre uma ID de fluxo e a regra de supressão.

[0068] Na figura 10, o túnel sem fio ou conexão de transporte 148 é implementado utilizando um Controle de Acesso de Mídia de Retransmissão ("R-MAC"). O protocolo de R-MAC é uma extensão do ponto para múltiplos pontos ("PMP") MAC e define uma funcionalidade adicional requerida e opcional para a subcamada de parte comum de MAC ("MAC CPS") que, quando combinada com a funcionalidade de PMP MAC CPS, provê uma transferência de unidade de dados de pacote de MAC ("MAC PDU") eficiente entre uma MR-BS 16 e uma MS 20 em ambas as direções através de uma ou mais RSs 22. A localização da funcionalidade de MAC CPS que provê um controle e transporte de dados para a MS 20 pode ser distribuída entre a MR-BS 16 e a RS 22 dependendo do modelo de desenvolvimento que é empregado.

[0069] Onde as camadas de protocolo sobre as interfaces de ar de MR-BS-para-RS e de RS-para-RS diferem das camadas correspondentes sobre a interface de ar de BS-SS devido à incorporação de características de MS, estas camadas de protocolo estão prefixadas por um "R". Com isto a camada física sobre as interfaces de ar de MR-BS-para-RS e de RS-para-RS é referida como R-PHY e a camada de MAC sobre estas interfaces de ar é referida como E-MAC. Onde estas camadas são idênticas às camadas correspondentes sobre a interface de SS-para-BS e herdam suas especificações, estas camadas podem ser referidas como PHY e MAC. Os termos R-MAC CPS e subcamada de segurança de R-MAC são utilizados para denotar onde as subcamadas de MAC estão estendidas para incluir a funcionalidade de MR.

[0070] O tradutor RS 22 pode também ser utilizado como uma

porta sem fio, um ponto de acesso ("AP") sem fio (802.11) ou um mestre sem fio (802.15).

[0071] A figura 11 ilustra uma modalidade alternativa da presente invenção que não utiliza R-MAC no túnel sem fio ou conexão de transporte 148. Geralmente, a MR-BS 16 atua como um roteador ou ponte de IP. Os pacotes de camada superior que entram são classificados no único túnel de transporte/conexão sem fio 148 da RS 22. As informações de QoS são extraídas do cabeçalho de camada superior, por exemplo, difserv de IP, e executadas sobre um pacote de túnel/conexão, juntamente com informações de túnel/conexão. As estações de retransmissão 22 no túnel sem fio 148 atuam como um roteador de camada 2 e transferem os dados com base em informações de túnel e informações de QoS as quais estão com o cabeçalho e/ou subcabeçalho de pacote de túnel/conexão.

[0072] O acesso RS 22 (tradutor RS) atua como um roteador de IP no domínio 802.16 como um AP (porta) no domínio 802.11. O acesso RS 22 contém duas interfaces, uma interface 802.16 144 e uma interface 802.11 146. Todos os pacotes destinados para a Internet são coletados do domínio 802.11, e mapeados para o túnel/conexão 148 do acesso RS 22. As informações de QoS são extraídas da camada superior e carregadas em um cabeçalho de pacote de túnel/conexão. Todos os pacotes recebidos da BS 16 são transferidos para as MSs 20 ou outras estações de computador ("STAs").

Conexão de Estação base a Outras BSs Através de Uma RS Para Sincronização e Situações de Desastre/Emergência

[0073] Em operação normal, todas as estações base 16 comunicam com a rede diretamente utilizando uma conexão de transferência de dados com fio 24 exclusiva ou um canal de rádio exclusivo. De acordo com os princípios da presente invenção, uma estação base ("BS") 16 pode conectar na rede através de outra BS a

qual tem uma conexão de rede, utilizando uma estação de retransmissão ("RS") 22 como um nó intermediário. Esta conexão pode ser implementada quando o acesso de rede é perdido devido a uma situação de desastre ou de emergência. A BS 16 a qual perdeu a conexão procura por retransmissores 22 os quais já estão conectados a outras BS e então estabelece a conexão com estas outras estações base utilizando um identificador de emergência. Os serviços providos pela BS 16 anexada podem ser somente de operação limitada. A RS 22 deve ser capaz de escutar ambas as BS 16, provendo um modo rápido para restabelecer a comunicação quando as conexões de rede totais estão caídas em uma situação de emergência. Equipes de alívio de emergência podem ir para a área e fornecer a uma BS a conexão de rede utilizando um meio especial, por exemplo, micro-ondas, e colocar estações de retransmissão 22 especiais nos limites de célula das BSs 16 adjacentes, assim expandindo a rede. As BSs 16 muito distantes podem ser conectadas como uma cadeia de BSs simplesmente colocando o retransmissor 22 entre estas. Apesar do serviço total poder não estar disponível, as modalidades da presente invenção proveem um modo rápido para resolver o problema de transferência de dados, coordenar o Gerenciamento de Recurso de Rádio ("RRM"), ou permitir uma instalação temporária de BSs para necessidades especiais. Além disso, as modalidades da presente invenção permitem que um grupo de BSs provenha independentemente o serviço para uma área local, mesmo sem a conexão de rede.

[0074] Durante a operação de emergência, a BS pode operar em um modo de acesso de rede alternativo ou em um modo independente (*stand-alone*). No modo de acesso de rede alternativo, quando uma BS é desconectada da rede por alguma razão, esta identificaria os seus serviços de emergência e tentaria estabelecer uma conexão de

rede através de retransmissores disponíveis os quais têm uma conexão com a rede. As BSs conectadas na rede poderiam ficar sobrecarregadas se todo o tráfego fosse redirecionado. Portanto, os serviços de emergência permitidos dependeriam de recursos disponíveis. Alguns exemplos são mensagens de texto, conversações curtas, operação de 911, etc. No modo independente, se outro sistema sem fio com acesso de rede não estiver disponível, a BS pode conectar com outras BSs, formando uma rede maior e continuando a prover os serviços locais para a sua área de cobertura. Deste modo, os telefones móveis dentro desta rede de BS conectada poderiam comunicar e teriam uma melhor ideia da situação.

[0075] Referindo-se à figura 12, um fluxograma operacional exemplar está provido o qual descreve as etapas de uma BS 16 para operar em um modo de acesso de rede alternativo. Para estabelecer uma coordenação de RRM de BS-BS e uma transmissão de mensagens urgentes entre as BS utilizando os retransmissores, assuma que um retransmissor (RS0) está conectado a duas estações base, BS1 (BS mestre) a qual já estabeleceu a sincronização e BS2 (BS escrava) a qual não estabeleceu a sincronização ou perdeu a sincronização. Assuma também que tentativas repetidas para restabelecer a sincronização através de suas rotas normais, por exemplo, através de transferência de dados, falharam, por exemplo, devido a uma situação de desastre. A BS2 está desconectada da rede (etapa S122), por exemplo, falha da transferência de dados BSC, etc. A BS2 envia uma solicitação para os retransmissores associados inquirindo se estes retransmissores têm um percurso estabelecido para a rede. Se tiverem, a BS2 sincroniza para aquela estrutura de quadro de retransmissor e alinha os seus quadros (etapa S124).

[0076] Para estabelecer uma sincronização de BS-BS, a RS0 transmite o preâmbulo de início de quadro usualmente enviado pela

BS em seu DL exatamente ao mesmo tempo em que as BSs. Como a RS0 já está conectada na BS1, esta pode estabelecer a sincronização escutando o preâmbulo de enlace descendente. A sincronização de enlace ascendente pode ser conseguida ajustando o tempo de sinal de alcance de enlace ascendente de acordo com os ajustes de tempo sugeridos pela BS1, então calculando os sinais de ajuste de tempo acumulados, a RS pode avaliar o retardo de ida e volta ("RTD") e ajustar o seu próprio quadro de transmissão de DL (incluindo o seu sinal de início de quadro) por $RTD/2$ para conseguir a sincronização exata com a transmissão de DL das BSs. Similarmente, a BS2 pode então sincronizar para a transmissão de RS0. Neste caso, a BS tem um hardware de recepção de DL extra para detectar o preâmbulo de DL e um transmissor de sinal de alcance de UL extra.

[0077] Alternativamente, a BS escrava (BS2) pode adquirir a sincronização com base em um preâmbulo especial enviado pela retransmissão 22 sobre o UL. A BS2 escuta o preâmbulo e sincroniza com o preâmbulo enviado pela retransmissão 22 no enlace ascendente, identifica-o como sendo enviado de uma localização específica e começa a enviar o seu próprio preâmbulo. Cada RS 22 tem a sua própria fenda de monitoramento para outros preâmbulos R. A RS0 escuta o preâmbulo da BS e estima a RTD avaliando a diferença de tempo. Esta quantidade de retardo é enviada de volta para a BS2 e a BS2 adianta os seus quadros por $RTD/2$. Como acima, um hardware de receptor de DL extra é necessário, mas um transmissor de preâmbulo está usualmente disponível para a operação de retransmissão.

[0078] Em outra modalidade alternativa, a BS2 pode também enviar um sinal de alcance de UL com o deslocamento correto ao invés do preâmbulo. Este método pode ser mais preciso já que o sinal de alcance de UL pode prover informações de sincronização precisas.

Um hardware de receptor de DL e um transmissor de alcance de UL extras são necessários.

[0079] Retornando para a figura 12, após a BS2 ter recuperado a sincronização, o percurso para a BS1 identificada (etapa S126) e a conexão com a rede são restabelecidos com o novo percurso (etapa S128). Esta conexão pode ser feita em dois modos. A BS2 pode atuar como uma retransmissão para a nova rede ou a BS2 pode atuar como uma BS independente conectada através do novo percurso, por exemplo, utilizando um protocolo de tunelização.

[0080] A BS2 envia mensagens exclusivas para serem transferidas para a BS1. A retransmissão 22 recebe os dados da BS2 no enlace descendente ("DL") e transfere os dados utilizando o enlace ascendente ("UL") no próximo quadro. Isto está em contraste com a operação de retransmissão normal onde o retransmissor 22 recebe da BS DL e transfere-os através do retransmissor de DL para outro retransmissor ou para a MS 20. Isto significa que o retransmissor 22 precisa esperar até o próximo UL de RS-BS para transferir estes dados para a BS1.

[0081] Mesmo após a conexão ser estabelecida, a BS2 continuamente procura por outras redes conectadas que podem ser conectadas através de retransmissores. Se uma rede adicional for descoberta através de outro retransmissor, a BS2 solicita o número de saltos que são necessários para a BS conectada naquela rede e se este for menor do que a rede corrente, esta trocaria para a nova rede. Uma nova sincronização pode ser necessária.

[0082] Como leva tempo para propagar as informações referentes à disponibilidade de uma rede conectada após um desastre, diversas tentativas regulares devem ser feitas de modo que uma BS mais afastada pudesse estabelecer a conexão. Se esta não puder encontrar uma conexão para tal rede dentro de um certo tempo, a BS passa para

um modo independente. Enquanto no modo independente, a BS2 ainda tenta procurar por um acesso a redes conectadas em uma base regular.

Operação de Retransmissão de Múltiplas Portadoras

[0083] Uma modalidade da presente invenção muda a estrutura de quadro de modo que as informações de recepção na estação de retransmissão da BS que utiliza f1 e a transmissão para a sua estação de retransmissão subordinada que utiliza f2 podem ser executadas simultaneamente, por meio disto economizando recursos. Se as frequências forem muito afastadas, a complexidade adicionada é insignificante e este processo pode ser implementado utilizando um simples duplexador. No entanto, se f1 e f2 forem localizadas em bandas mais próximas, alguns circuitos de isolamento especiais podem precisar ser utilizados. Uma estrutura de quadro construída de acordo com os princípios da presente invenção permite ambas as situações.

[0084] A estrutura de quadro do retransmissor 22 está organizada de modo que as zonas de transmissão para RSs subordinadas e zonas de recepções de RSs superordenadas sobrepõem. Este aspecto permite a utilização de uma zona de retransmissão completa para dois propósitos simultaneamente sem causar nenhuma interferência com alguns melhoramentos menores no duplexador e nos filtros.

[0085] A figura 13 provê uma tabela 150 que ilustra as designações de frequência para uma variedade de situações. Por exemplo, na opção A 152, a conexão de retransmissão/transferência de dados pode ser uma conexão com fio ou sem fio não em conformidade com 802.16e, por exemplo, micro-ondas, Wi-Fi, etc. Na opção B 154, a conexão de retransmissão e a conexão de acesso podem utilizar diferentes portadoras 802.16e e existe um isolamento suficiente para não existir nenhuma interferência entre estas portadoras. Na opção C 156, a

conexão de retransmissão pode utilizar uma frequência de portadora adjacente ou próxima e uma recepção e transmissão simultâneas da estação de retransmissão 22 não são possíveis. Finalmente, na opção D 158, a conexão de retransmissão/transferência de dados pode ser sem fio e utilizar a mesma portadora para as conexões de retransmissão e de acesso, por exemplo, retransmissão em banda, 802.16j corrente. Deve ser notado que para as situações B1 160 e C1 162, a MS 20 utiliza a mesma portadora quando movendo da BS 16 para a RS 22. A RS 22 e a BS 16 utilizam duas portadoras para transmitir. Para as situações B2 164 e C2 166, a mesma portadora é utilizada para as conexões de BS-MS e de BS-RS enquanto que a RS 22 utiliza duas portadoras para as conexões de acesso e de retransmissão. A MS 20 precisa mudar de portadora quando movendo da BS 16 para a RS 22.

[0086] Referindo-se agora à figura 14, uma opção A 152 é apresentada onde a conexão de retransmissão/transferência de dados é uma conexão com fio ou sem fio não em conformidade com 802.16e. Neste caso, a estrutura de quadro de RS 168 está de acordo com 802.16j, mas a estrutura de quadro 168 pode também ser aplicada em utilização com conexões de retransmissão não 802.16e.

[0087] Na figura 15, a opção B 154 é apresentada com o cenário B1 160 à esquerda e o cenário B2 164 à direita, onde existem portadoras não interferentes para a conexão de retransmissão. Deve ser notado que no cenário apresentado na figura 15, a estação de retransmissão 22 inclui um único rádio. Como as portadoras não interferem, a RS 22 pode receber em uma frequência enquanto transmitindo na outra. Esta implementação requer mudanças na estrutura de quadro de 802.16j assim como um equipamento de RS 22 adicional, por exemplo, um duplexador. A opção C 156, onde existem portadoras interferentes para a conexão de retransmissão, por

exemplo portadoras que têm frequências próximas, não pode ser implementada deste modo utilizando uma estação de retransmissão 22 com um único rádio.

[0088] A figura 16 também apresenta a opção B 154, exceto que a RS 22 inclui dois rádios. No cenário B1 160, uma conexão de MR-BS 802.16j padrão pode ser utilizada para ambos os rádios seguirem o padrão 802.16j para as estações de retransmissão. Para o cenário B2 164, se o rádio 1 for operado em uma zona de acesso, isto é, no modo de MS, para comunicar com a BS, a operação de portadora F_y é como 802.16j, mas a operação F_x é executada como 802.16e.

[0089] A figura 17 ilustra a mesma estrutura para a opção C 156, com o cenário C1 162 à esquerda e C2 166 à direita, onde a estação de retransmissão 22 inclui dois rádios. Como as duas portadoras são interferentes, circuitos de isolamento especiais podem precisar ser utilizados para impedir a interferência. Como com a opção B 154, se o rádio 1 for operado em uma zona de acesso, isto é, no modo de MS, para comunicar com a BS, a operação de portadora F_y é como 802.16j, mas a operação F_x é executada como 802.16e.

[0090] Será apreciado por pessoas versadas na técnica que a presente invenção não está limitada ao que foi aqui acima especificamente mostrado e descrito. Além disso, a menos que menção tenha sido feita acima ao contrário, deve ser notado que todos os desenhos acompanhantes não estão em escala. Uma variedade de modificações e variações é possível à luz dos ensinamentos acima sem afastar do escopo e do espírito da invenção, o qual está limitado somente pelas concretizações.

REIVINDICAÇÕES

1. Estação de retransmissão (22) para utilização em um sistema de comunicação sem fio, o sistema de comunicação sem fio incluindo uma pluralidade de estações base (16a, 16b) comunicativamente acopladas a uma rede de transferência de dados e pelo menos uma estação móvel (20), a estação de retransmissão (22) compartilhada por pelo menos uma primeira estação base (16a) e uma segunda estação base (16b), a estação de retransmissão (22) compreendendo:

um transceptor operável para transmitir sinais sem fio para a e receber os sinais sem fio da primeira estação base (16a), a segunda estação base, e uma estação móvel (20), os sinais transmitidos para a primeira estação base (16a) e a segunda estação base (16b) incluindo um único preâmbulo, MAP e FCH;

um controlador (50) eletricamente conectado no transceptor, o controlador (50) operável para medir uma qualidade de sinal da estação móvel (20), a estação móvel (20) comunicativamente conectada na primeira estação base (16a); e

um circuito de retransmissão (60) eletricamente conectado no controlador (50), o circuito de retransmissão (60) operável para conduzir uma transferência em fase (*phased handoff*) da estação móvel (20) a partir da primeira estação base (16a) para a segunda estação base (16b) com base na qualidade de sinal,

caracterizada pelo fato de que a transferência em fase inclui executar uma primeira transferência intra-estação base entre a primeira estação base (16a) e a estação de retransmissão (22), em que a primeira transferência intra-estação base é executada em resposta à determinação que a qualidade de sinal da estação móvel (20) é maior ao longo de um primeiro percurso que inclui a estação de retransmissão (22) e a primeira estação base (16a) do que a qualidade

de sinal da estação móvel (20) ao longo de um segundo percurso diretamente para a primeira estação base (16a).

2. Estação de retransmissão (22), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a transferência em fase é conduzida com base em uma de uma qualidade de sinal relativa e uma velocidade da estação móvel (20).

3. Estação de retransmissão (22), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a transferência em fase inclui:

executar uma transferência parcial da primeira estação base (16a) para a segunda estação base (16b), a transferência parcial mantendo uma conexão entre a estação de retransmissão (22) e a estação móvel (20); e

executar uma segunda transferência intra-estação base entre a estação de retransmissão (22) e a segunda estação base (16b).

4. Estação de retransmissão (22), de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada pelo fato de que**:

a transferência parcial é executada em resposta à determinação que a qualidade de sinal da estação móvel (20) é maior ao longo de um terceiro percurso que inclui a estação de retransmissão (22) e a segunda estação base (16b) do que a qualidade de sinal da estação móvel (20) ao longo do primeiro percurso; e

a segunda transferência intra-estação base é executada em resposta à determinação que a qualidade de sinal da estação móvel (20) é maior ao longo de um quarto percurso diretamente para a segunda estação base (16b) do que a qualidade de sinal da estação móvel (20) ao longo do terceiro percurso.

5. Estação de retransmissão (22), de acordo com a

reivindicação 3, **caracterizada pelo fato de que** o sistema de comunicação ainda inclui um grupo de estações de retransmissão subordinadas, o transceptor é adicionalmente operável para transmitir os sinais sem fio para o e receber os sinais sem fio do grupo de estações de retransmissão subordinadas, e a transferência em fase ainda inclui executar pelo menos uma transferência parcial entre as estações de retransmissão subordinadas do grupo de estações de retransmissão subordinadas.

6. Estação de retransmissão (22), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** em resposta à primeira estação base (16a) tornando-se desconectada da rede, o circuito de retransmissão (60) é adicionalmente operável para conectar comunicativamente a primeira estação base (16a) na segunda estação base (16b) como um nó intermediário.

7. Estação de retransmissão (22), de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada pelo fato de que** a segunda estação base (16b) permanece conectada na rede de transferência de dados para uma rede central, a estação de retransmissão (22) opera em um modo de acesso de rede em que a primeira estação base (16a) tem uma funcionalidade limitada.

8. Estação de retransmissão (22), de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada pelo fato de que:**

o transceptor é adicionalmente operável para receber um identificador de emergência da primeira estação base (16a); e

o circuito de retransmissão (60) é adicionalmente operável para:

estabelecer uma sincronização com a primeira estação base (16a) utilizando um de um preâmbulo de enlace descendente e um preâmbulo de enlace ascendente especial; e

conectar a primeira estação base (16a) na rede através da

segunda estação base (16b).

9. Estação de retransmissão (22), de acordo com a reivindicação 8, **caracterizada pelo fato de que** o transceptor é adicionalmente operável para:

receber dados da primeira estação base (16a) em uma porção de enlace descendente de um primeiro quadro; e

transferir os dados para a segunda estação base (16b) utilizando uma porção de enlace ascendente de um próximo quadro.

10. Estação de retransmissão (22), de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada pelo fato de que** a segunda estação base (16b) está também desconectada da rede, a estação de retransmissão (22) opera em um modo independente (*stand-alone*) conectando a primeira estação base (16a) na segunda estação base (16b) para formar uma rede local.



FIG. 1

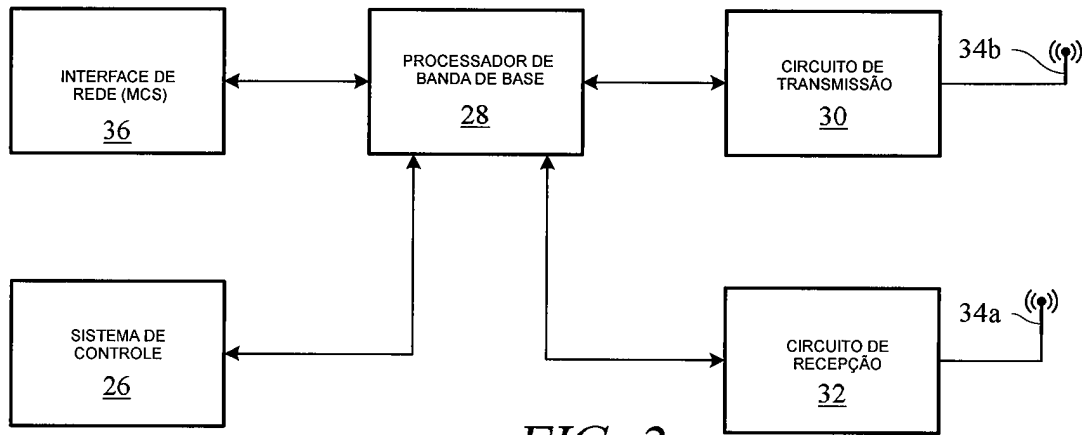
16

FIG. 2

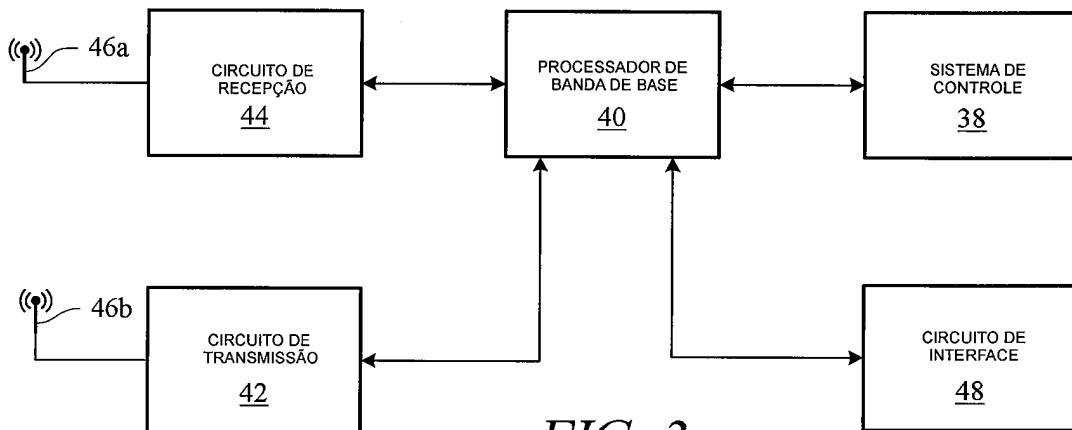
20

FIG. 3

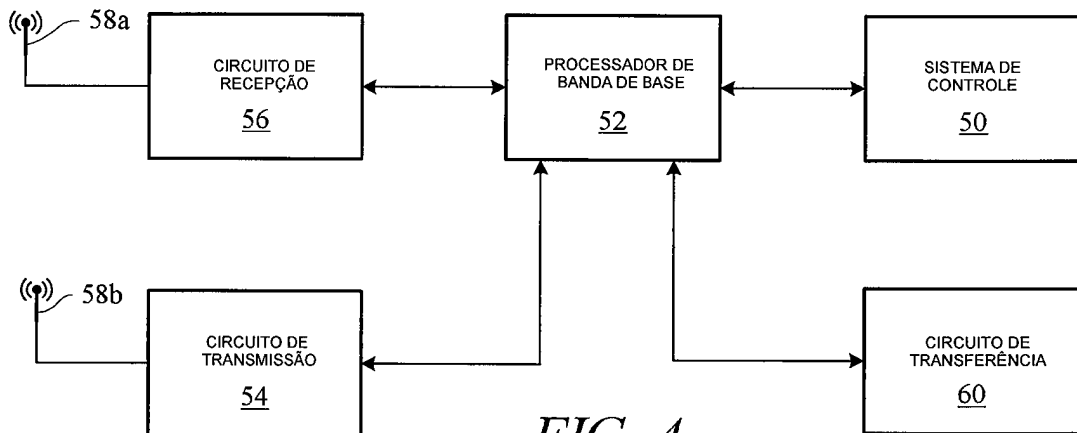
22

FIG. 4



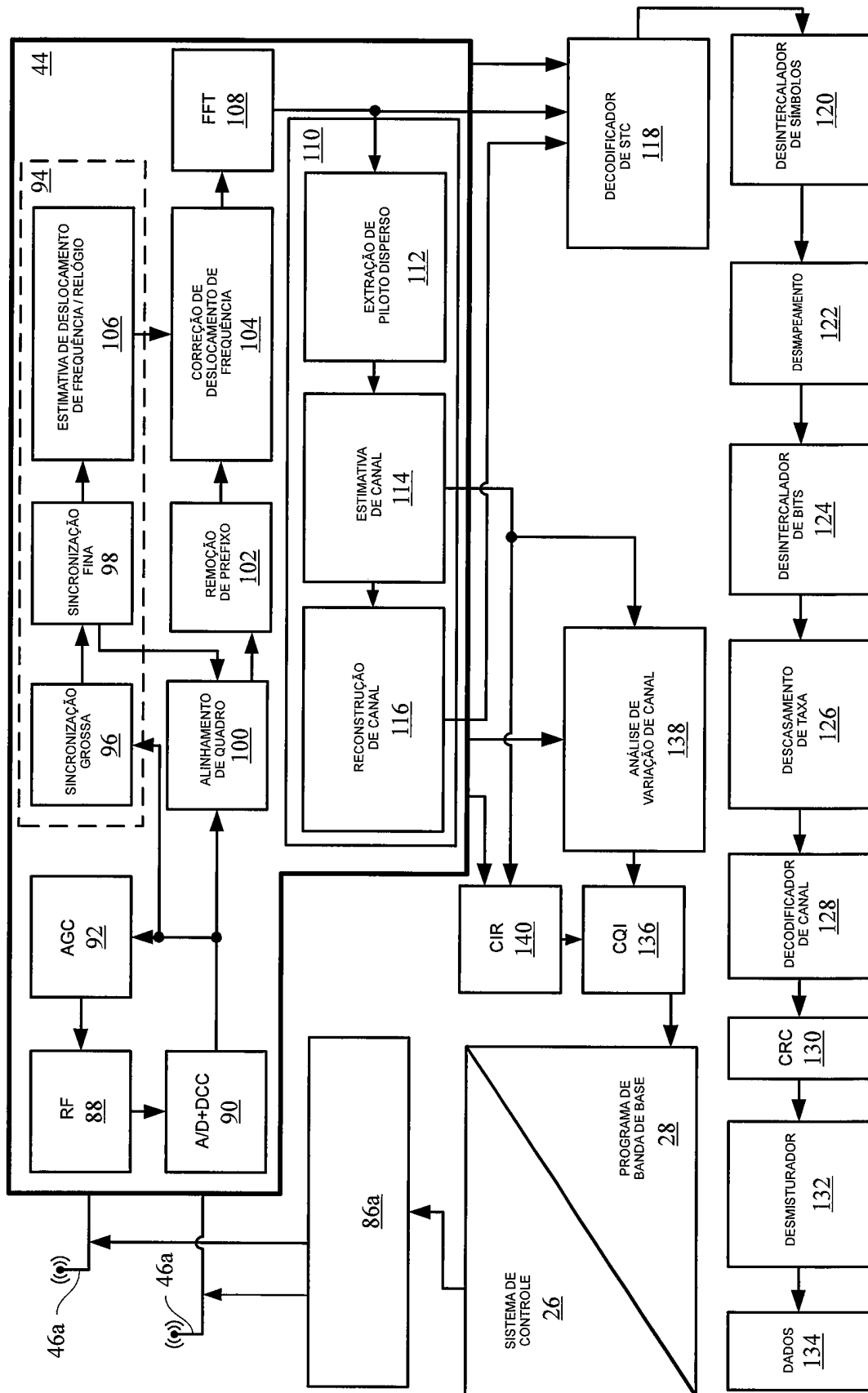


FIG. 6

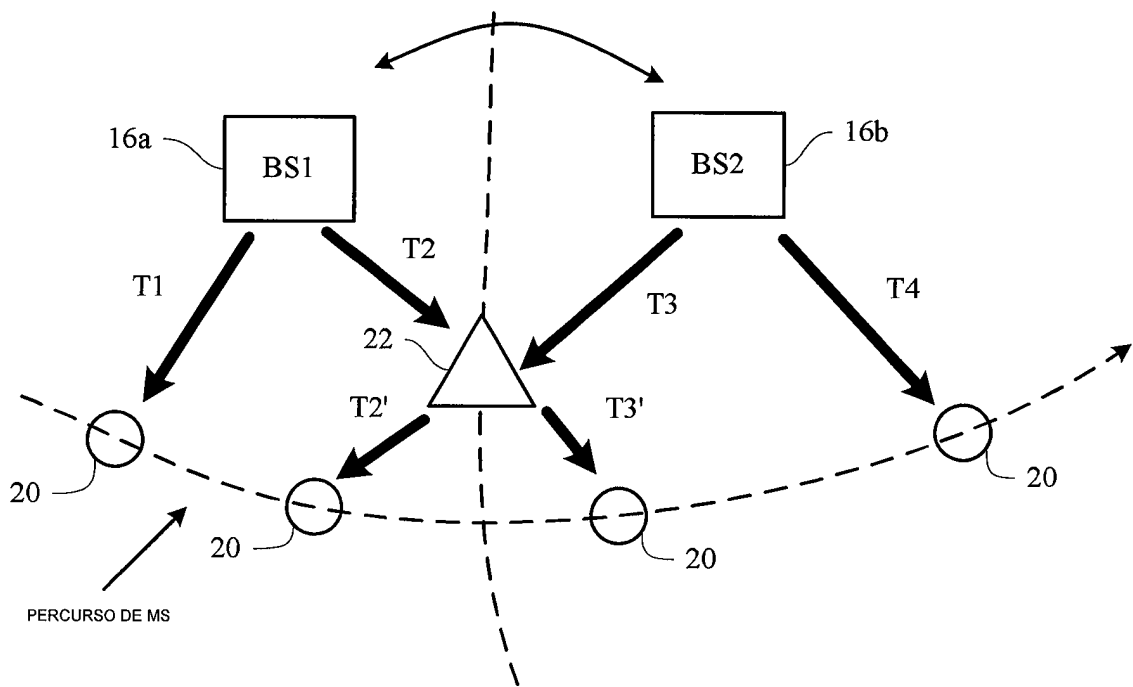


FIG. 7

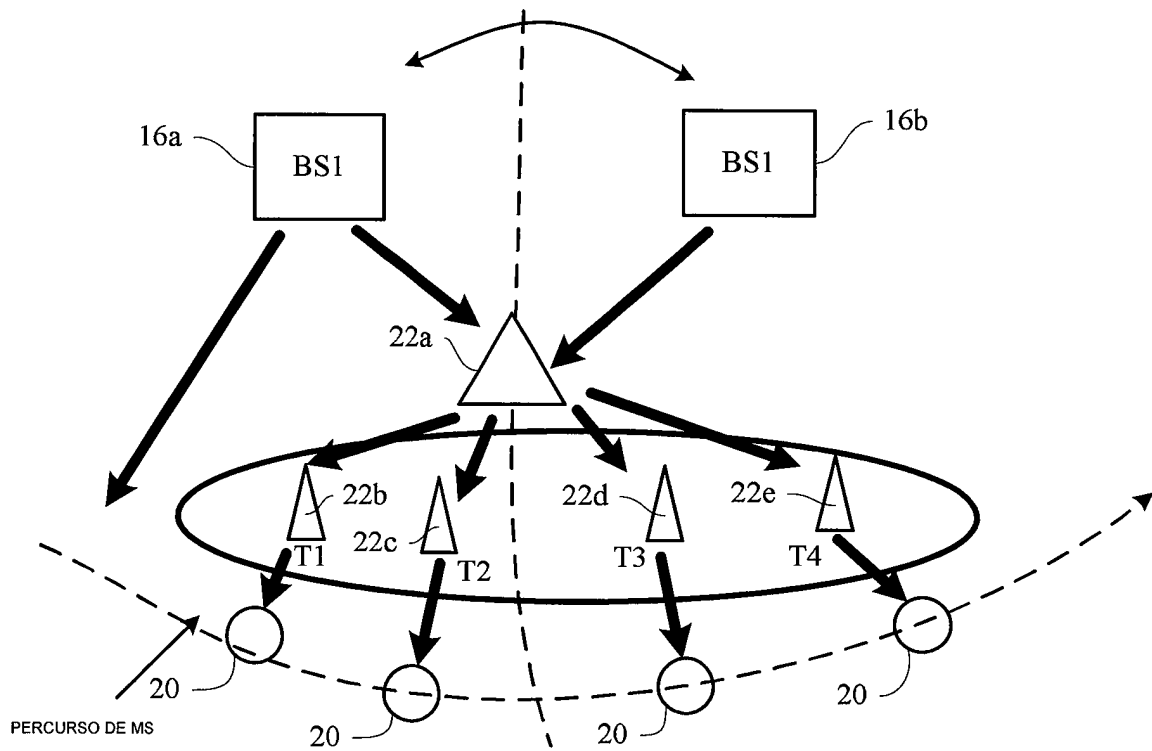


FIG. 9

6/10

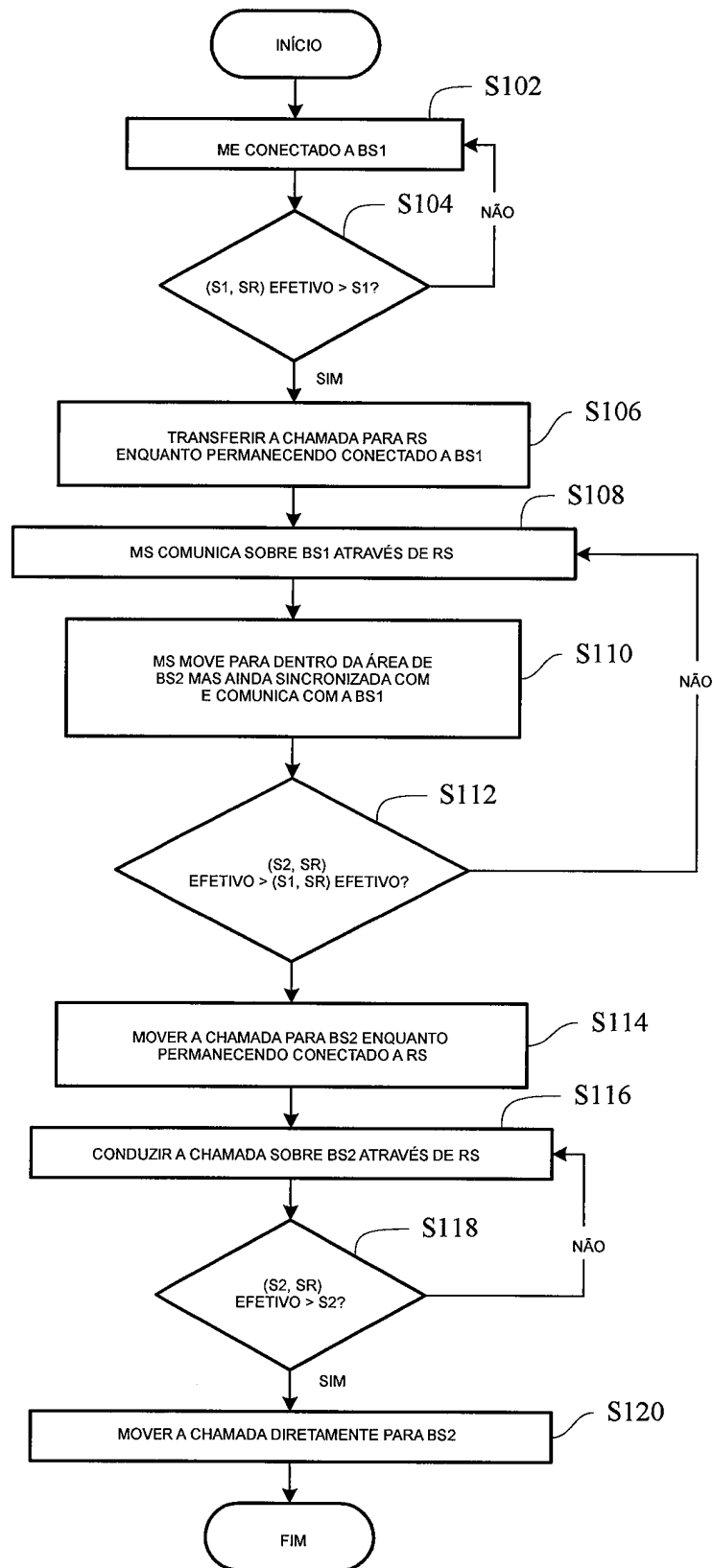


FIG. 8

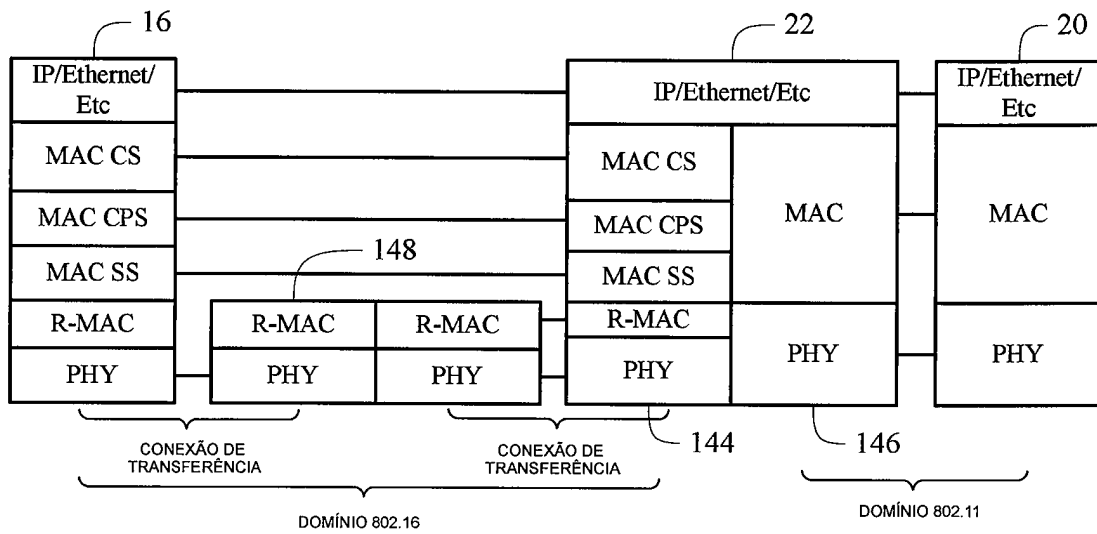


FIG. 10

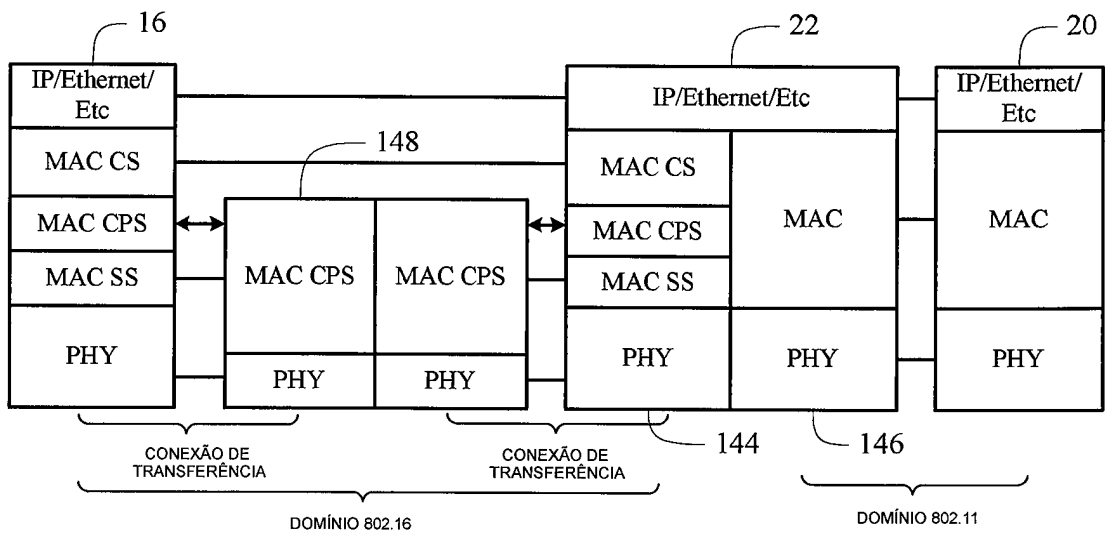


FIG. 11

8/10

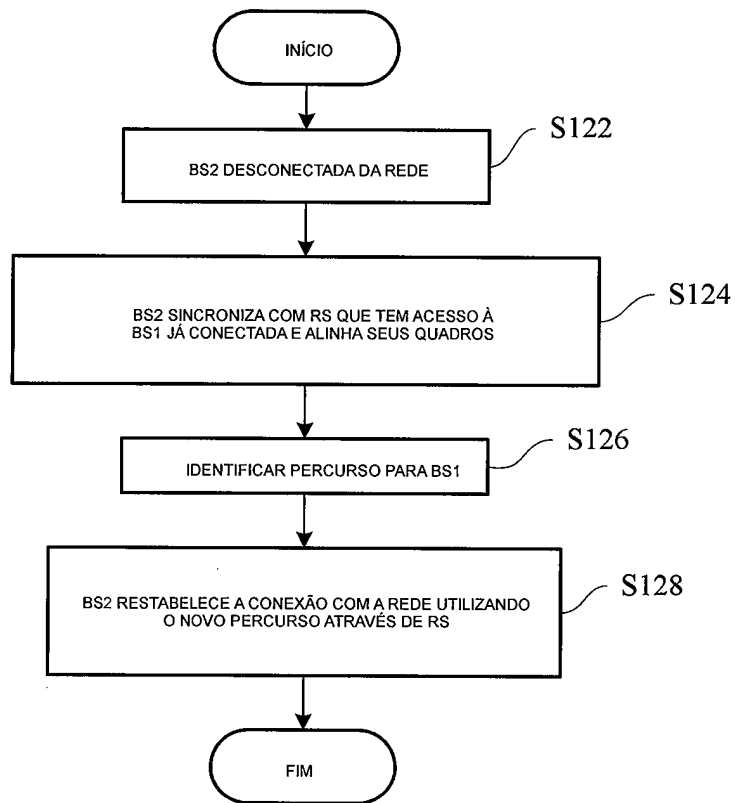


FIG. 12

150

OPÇÃO		BS-MS	BS- RS1	RS1-MS	RS1 - RS2 QUANDO N>2	
A. SEM FIO NÃO 16e PARA AS CONEXÕES R SEM FIO		<u>152</u>	f1 16e	COM LINHA OU NÃO 16e	f1 16e	f1 16j
B. CONEXÃO R NÃO INTERFERENTE COM 16e	<u>154</u>	B1 <u>160</u>	f1	g2 (16e)	f1	g2 (16e)
		B2 <u>164</u>	f1	f1	g2	g2
C. UMA PORTADORA ADJACENTE PARA CONEXÃO R (SEM Rx & Tx NO MESMO TEMPO)	<u>156</u>	C1 <u>162</u>	f1	f2	f1	f2
		C2 <u>166</u>	f1	f1	f2	f2
D. TRANSFERÊNCIA EM BANDA		<u>158</u>	f1	f1	f1	f1

FIG. 13

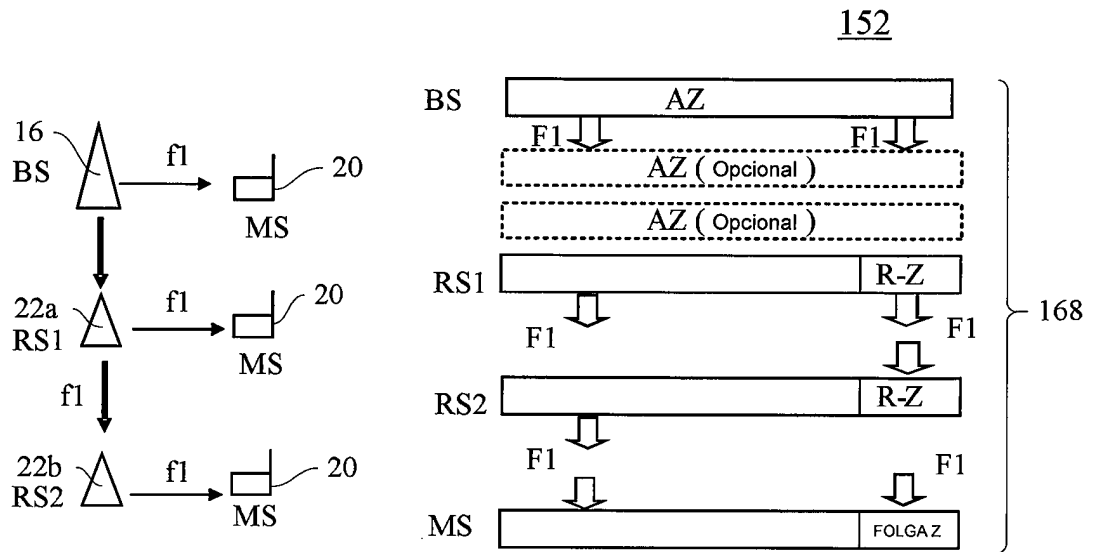


FIG. 14

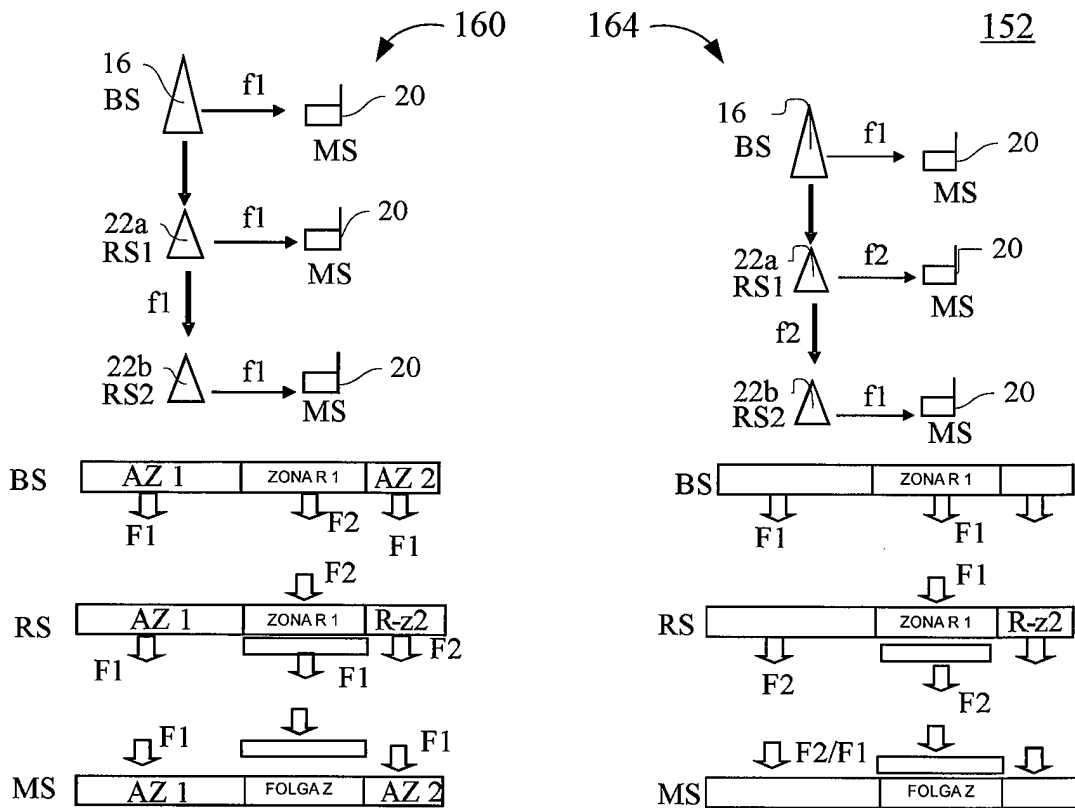


FIG. 15

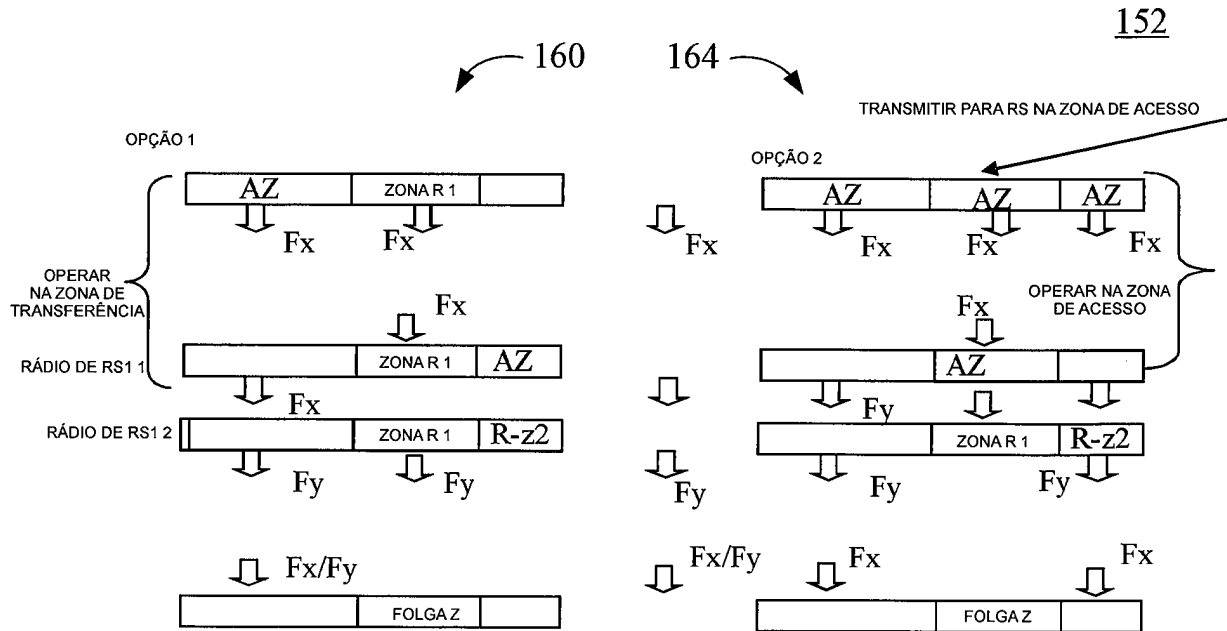


FIG. 16

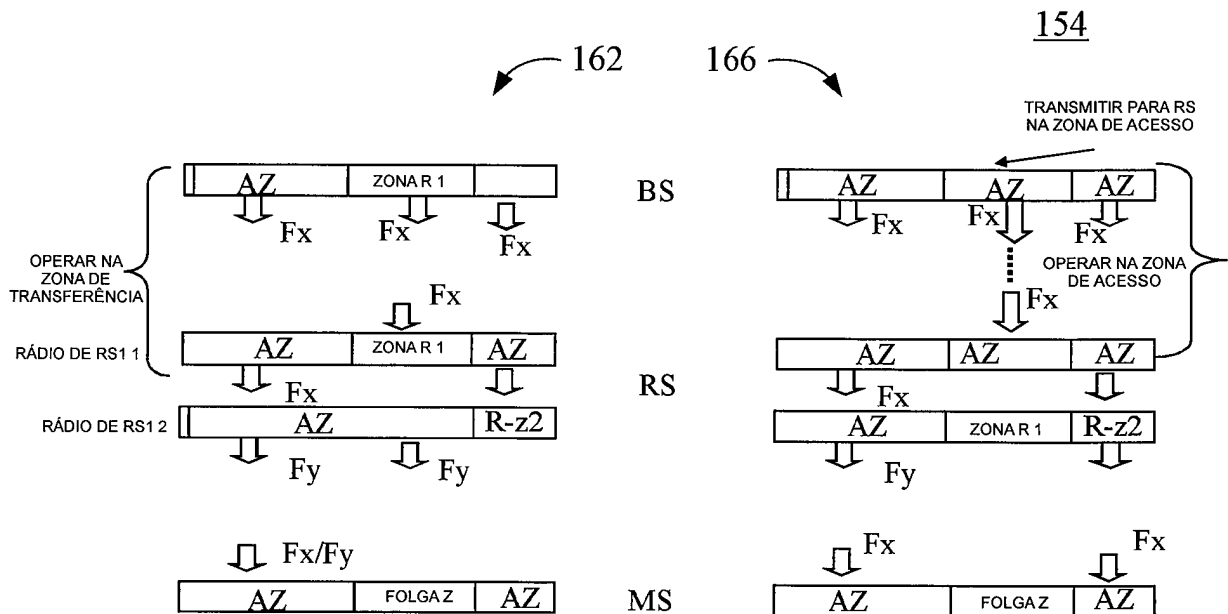


FIG. 17