



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

(11) PI 0407577-3 B1



(22) Data do Depósito: 17/02/2004

(45) Data de Concessão: 10/11/2020

(54) Título: GERENCIAMENTO DE RELAÇÃO DE POTÊNCIA DE PICO/MÉDIA PARA MODULAÇÃO MULTIPORTADORA EM SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO

(51) Int.Cl.: H04W 72/04; H04W 52/34; H04W 52/36; H04L 27/26.

(52) CPC: H04W 72/0453; H04W 52/343; H04W 52/367; H04L 27/2614.

(30) Prioridade Unionista: 18/02/2003 US 10/368.733.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): RAJIV VIJAYAN; AVENEESH AGRAWAL; SANJAY K. JHA.

(86) Pedido PCT: PCT US2004004667 de 17/02/2004

(87) Publicação PCT: WO 2004/075444 de 02/09/2004

(85) Data do Início da Fase Nacional: 18/08/2005

(57) Resumo: "GERENCIAMENTO DE RELAÇÃO PICO/MÉDIA DE POTÊNCIA PARA MODULAÇÃO MULTIPORTADORA EM SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO". Técnicas para o gerenciamento de PAPR para modulação multiportadora em sistemas de comunicação sem fio. Diferentes terminais em um sistema de acesso múltiplo podem ter diferentes potências de transmissão exigidas. O número de portadoras para alocar para cada terminal é dependente de sua potência de transmissão exigida. Os terminais com maiores potências de transmissão exigidas podem receber menos portadoras (associados com PAPR menores) para permitir que o amplificador de potência opere com níveis mais altos de potência. Os terminais com menores potências de transmissão exigidas podem receber mais portadoras (associadas com PAPR mais alta) visto que o amplificador de potência é operado em níveis de potência inferiores. As portadoras específicas para designar para os terminais também podem ser determinadas por seus níveis de potência de transmissão para reduzir as emissões fora de banda. Os terminais com maiores potências de transmissão exigidas podem ser designados com portadoras perto do meio da banda operacional, e os terminais com menores potências de transmissão exigidas podem ser designados com portadoras perto das bordas da banda.

**"GERENCIAMENTO DE RELAÇÃO DE POTÊNCIA DE PICO/MÉDIA PARA
MODULAÇÃO MULTIPORTADORA EM SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO SEM
FIO"**

FUNDAMENTOS

5 Campo

A presente invenção refere-se geralmente à comunicação de dados, e mais especificamente a técnicas para o gerenciamento de relação de potência de pico/média (PAPR - peak-to-average power ratio) para modulação multiportadora em sistemas de comunicação sem fio.

Fundamentos

Os sistemas de comunicação sem fio são amplamente desenvolvidos para fornecer vários tipos de comunicação tal como voz, dados e assim por diante. Esses sistemas podem ser sistemas de acesso múltiplo capazes de suportar a comunicação com múltiplos usuários através do compartilhamento de recursos disponíveis do sistema (por exemplo, largura de banda de potência de transmissão). Exemplos de tais sistemas de acesso múltiplo incluem sistemas de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), sistemas de acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA), sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência (FDMA), e sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência ortogonal (OFDMA).

Um sistema de comunicação sem fio pode empregar modulação multiportadora para a transmissão de dados. Exemplos comuns da modulação multiportadora incluem a multiplexação de divisão de frequência ortogonal (OFDM) e multitom discreto (DMT). OFDM efetivamente divide a largura de banda do sistema geral em um número de sub-bandas ortogonais. Cada sub-banda é associada com uma portadora respectiva sobre a qual os dados podem ser modulados. As portadoras para as sub-bandas podem ser moduladas

independentemente com dados, e as portadoras moduladas são então adicionadas para gerar uma forma de onda de saída.

A modulação multiportadora possui determinadas características, incluindo a capacidade de combater efeitos de multipercurso. No entanto, uma desvantagem principal com a modulação multiportadora é a alta relação de potência de pico/média (PAPR) para a forma de onda de saída, isto é, a relação de potência de pico com a potência média da forma de onda gerada pela modulação multiportadora pode ser alta.

10 A alta PAPR resulta de uma possível adição em fase (ou coerente) de todas as portadoras quando as mesmas são moduladas independentemente com os dados. De fato, pode ser ilustrado que a potência de pico pode ser até N vezes superior à potência média para modulação multiportadora, onde N é o número de portadoras.

A PAPR alta para a forma de onda gerada pela modulação multiportadora normalmente requer que o amplificador de potência seja operado a um nível de potência média que é tipicamente muito menor do que o nível de potência de pico (isto é, recuado da potência de pico).

20 Isso porque grandes picos de forma de onda podem fazer com que o amplificador de potência opere em uma região altamente não linear ou possivelmente de corte (clip), que poderia então causar a distorção de intermodulação e outros efeitos espúrios (artifacts) que podem degradar a qualidade do sinal. Pela operação do amplificador de potência em um recuo (back-off) a partir da potência de pico, em que o recuo tipicamente varia de 4 a 7 dB, o amplificador de potência pode tratar grandes picos de forma de onda sem

25 gerar distorção excessiva. No entanto, o recuo representa operação ineficiente do amplificador de potência durante outros momentos quando os grandes picos não estão presentes na forma de onda. Dessa forma, é altamente desejável se

30

minimizar a PAPR da forma de onda de modo que o amplificador de potência possa ser operado mais perto do nível de potência de pico se desejado ou necessário.

Vários esquemas foram introduzidos para minimizar a PAPR para a modulação multiportadora. A maior parte dos esquemas luta para reduzir a PAPR da forma de onda propriamente dita. Por exemplo, um esquema convencional propõe o mapeamento dos dados a serem transmitidos em palavras código específicas que foram especialmente selecionadas visto que estão associadas com PAPRs baixas. Outro esquema convencional propõe a utilização de "portadoras de redução de pico" que são moduladas de forma a reduzir os picos na forma de onda. Outro esquema convencional propõe a modulação de dados em todas as portadoras mas com fases diferentes para tentar reduzir a PAPR da forma de onda. Esses vários esquemas convencionais para a redução da PAPR podem não ser aplicáveis para determinados sistemas de comunicação multiportadora. Esse pode ser o caso, por exemplo, se os dados para todas as portadoras não estiverem disponíveis ou acessíveis, como descrito abaixo.

Existe, portanto, uma necessidade na técnica de se criar técnicas para o gerenciamento de PAPR para modulação multiportadora nos sistemas de comunicação sem fio.

SUMÁRIO

Aquí são fornecidas técnicas para o gerenciamento de PAPR em vários sistemas de comunicação sem fio de acesso múltiplo multiportadora (por exemplo, sistemas OFDMA). É reconhecido que terminais diferentes em um sistema de comunicação de acesso múltiplo podem ser associados com diferentes potências de transmissão requeridas para alcançar suas qualidades de sinal recebido desejadas. As

portadoras podem ser atribuídas a terminais com base em suas potências de transmissão requeridas.

Em um aspecto, o número de portadoras para alocar em cada terminal depende de sua potência de transmissão requerida. Menos portadoras podem ser alocadas para um terminal com uma potência de transmissão requerida mais alta. Visto que uma PAPR menor está associada com uma forma de onda gerada com menos portadoras, o amplificador de potência pode ser operado com um recuo (back-off) menor e a forma de onda pode ser transmitida com um nível de potência mais alto. Inversamente, mais portadoras podem ser alocadas para um terminal com uma potência de transmissão requerida menor. Mesmo que uma PAPR maior seja associada com uma forma de onda gerada com mais portadoras, o amplificador de potência pode fornecer um recuo maior visto que a potência de transmissão requerida é menor.

Em outro aspecto, as portadoras específicas para atribuir aos terminais são determinadas por seus níveis de potência de transmissão. Os terminais com potências de transmissão requeridas mais altas têm maior probabilidade de gerar altos níveis de distorção de intermodulação. Esses terminais podem ser atribuídos com portadoras perto do meio da banda de operação de forma que sua distorção possa cair dentro da banda de operação. Inversamente, os terminais com potências de transmissão requeridas mais baixas têm probabilidade de gerar baixos níveis de distorção de intermodulação. Esses terminais podem ser atribuídos com portadoras perto das bordas da banda de operação visto que a distorção provavelmente será abaixo dos requerimentos de emissão fora de banda específicos.

Vários aspectos e modalidades da invenção são descritos em maiores detalhes abaixo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As características, natureza e vantagens da presente invenção se tornarão aparentes a partir da descrição detalhada apresentada abaixo quando levada em consideração em conjunto com os desenhos nos quais os caracteres de referência similares identificam partes correspondentes por todas as vistas e onde:

A figura 1 ilustra um diagrama de um sistema de comunicação de acesso múltiplo sem fio;

A figura 2 ilustra uma estrutura de sub-banda/portadora que pode ser utilizada para um sistema OFDMA;

A figura 3A ilustra duas formas de onda hipotéticas geradas pela modulação multiportadora;

A figura 3B ilustra a transmissão de duas formas de onda com uma potência de transmissão máxima de $P_{\text{máx}}$ e de forma a minimizar a distorção de intermodulação;

A figura 3C ilustra a transmissão de duas formas de onda, com potência de transmissão máxima de $P_{\text{máx}}$ e utilizando o controle de potência para obter a qualidade de sinal recebido desejada;

A figura 4 ilustra atribuição de portadoras para os terminais de forma a reduzir as emissões fora de banda;

A figura 5 ilustra um processo de alocação e atribuição de portadoras para os terminais; e

A figura 6 ilustra um diagrama de blocos de um ponto de acesso e dois terminais.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A figura 1 ilustra um diagrama de um sistema de comunicação de acesso múltiplo sem fio 100 que emprega modulação multiportadora. O sistema 100 inclui um número de pontos de acesso 110 que se comunicam com um número de terminais 120 (apenas dois pontos de acesso 110a e 110b são ilustrados na figura 1 por motivos de simplicidade). Um

ponto de acesso é uma estação fixa que é utilizada para comunicação com os terminais. Um ponto de acesso também pode ser referido como uma estação base ou alguma outra terminologia.

5 Um terminal é uma estação que se comunica com o ponto de acesso. Um terminal também pode ser referido como um terminal de acesso, um terminal de usuário, uma estação remota, uma estação móvel, um dispositivo de comunicação sem fio, ou alguma outra terminologia. Cada terminal pode
10 se comunicar com um ou vários pontos de acesso em downlink e/ou uplink em qualquer momento determinado. O downlink (isto é, link direto) se refere à transmissão do ponto de acesso para o terminal, e o uplink (isto é, link reverso) se refere à transmissão do terminal para o ponto de acesso.

15 Um controlador de sistema 130 acopla os pontos de acesso e pode adicionalmente acoplar a outros sistemas/redes (por exemplo, uma rede de dados em pacote). O controlador do sistema 130 fornece a coordenação e controle para os pontos de acesso acoplados ao mesmo.
20 Através dos pontos de acesso, o controlador de sistema 130 controla adicionalmente o direcionamento dos dados entre os terminais, e entre os terminais e outros usuários acoplados a outros sistemas/redes.

As técnicas descritas aqui para o gerenciamento
25 da PAPR podem ser implementadas em vários sistemas de comunicação multiportadora e acesso múltiplo sem fio. Por exemplo, o sistema 100 pode ser um sistema OFDMA que utiliza OFDM para transmissão de dados. Ademais, essas técnicas podem ser utilizadas para uplink além de downlink.
30 Por motivos de clareza, essas técnicas são descritas especificamente para uplink em um sistema OFDMA. Na descrição a seguir, um terminal ativo é um que é programado

para a transmissão de dados em uplink (e possivelmente downlink).

A figura 2 ilustra uma estrutura de sub-banda/portadora 200 que pode ser utilizada para um sistema OFDMA. O sistema possui uma largura de banda de sistema
5 geral de W MHz, que é particionada em N sub-bandas ortogonais 210 utilizando OFDM. Cada sub-banda possui uma largura de banda de W/N MHz e é associada com uma portadora respectiva 212 através da qual os dados podem ser modulados.

10 Em um sistema OFDM típico, apenas M das N portadoras totais são utilizadas para a transmissão de dados, onde $M < N$. O restante $N-M$ portadoras não são utilizadas para a transmissão de dados e suas sub-bandas associadas servem como sub-bandas de proteção para permitir
15 que o sistema corresponda aos requerimentos de máscara espectral. As M portadoras utilizáveis incluem portadoras F a $F+M-1$, onde F é um inteiro normalmente selecionado de forma que as M portadoras usáveis estejam centralizadas no meio da banda de operação.

20 Para OFDM, até N portadoras para as N sub-bandas podem ser moduladas independentemente com os dados. As portadoras moduladas são então adicionadas para formar uma forma de onda de saída. As portadoras moduladas podem somar de forma coerente (isto é, em fase), caso no qual haverá
25 uma grande amplitude na forma de onda. Pode ser ilustrado que a potência de pico da forma de onda gerada com N portadoras moduladas independentemente pode ser muitas vezes superior à potência média da forma de onda. O valor exato para PAPR depende de muitos fatores. Ademais, o valor
30 de interesse é freqüentemente não o valor de pico absoluto mas algum valor estatístico, por exemplo, o valor de potência instantânea que é excedido digamos 99% das vezes.

A figura 3A ilustra representações de duas formas de onda hipotéticas 310 e 312 que são geradas pela modulação multiportadora. O eixo geométrico horizontal denota tempo e o eixo geométrico vertical denota potência.

5 A forma de onda 310 é gerada com L portadoras, e a forma de onda 312 é gerada com $2 \cdot L$ portadoras, onde L pode ser qualquer inteiro superior a um. A potência média da forma de onda 310 é igual à da forma de onda 312. No entanto, a potência de pico da forma de onda 312 é o dobro da forma de

10 onda 310 visto que o dobro do número de portadoras foi utilizado para gerar a forma de onda 312. Conseqüentemente, a PAPR da forma de onda 312 é maior do que a PAPR da forma de onda 310.

Uma forma de onda gerada pela modulação multiportadora é tipicamente transmitida de forma a limitar

15 a quantidade de distorção intermodulação. Isso requer que o amplificador de potência para a forma de onda seja operado em um nível de potência média, $P_{\text{média}}$, que é reduzido ou recuado do nível de potência de pico ou máximo, $P_{\text{máx}}$, para o

20 amplificador de potência. A quantidade de recuo é selecionada de forma que o amplificador de potência não opere (ou opere minimamente) em uma região altamente não linear ou de corte. Mais especificamente, o recuo é normalmente selecionado de forma que a distorção gerada

25 pelo amplificador de potência seja limitada a um nível particular.

A figura 3B ilustra a transmissão das duas formas de onda na figura 3A com a potência de transmissão máxima de $P_{\text{máx}}$ e de forma a minimizar a distorção. A forma de onda

30 310 pode ser transmitida com um recuo de BO_1 , que é determinado em parte por $PAPR_1$ para essa forma de onda (por exemplo, $BO_1 \leq PAPR_1$). De forma similar, a forma de onda 312 pode ser transmitida com um recuo de BO_2 , que é

determinado em parte por $PAPR_2$ para essa forma de onda (por exemplo, $BO_2 \leq PAPR_2$). A potência de transmissão média ($P_{média1}$) da forma de onda 310 pode ser quase o dobro da potência de transmissão média ($P_{média2}$) da forma de onda 312 enquanto ainda limita a distorção para quase o mesmo nível. A relação exata $P_{média1}/P_{média2}$ depende dos recuos específicos utilizados para as formas onda 310 e 312.

Para um sistema OFDMA, as M portadoras usáveis podem ser compartilhadas entre múltiplos terminais ativos.

10 No uplink, cada terminal ativo pode ser alocado para um conjunto específico de portadoras através dos quais pode transmitir dados. O número de portadoras para alocar para cada terminal ativo e quais portadoras específicas atribuir ao terminal podem ser determinados como descrito abaixo. As

15 portadoras atribuídas a cada terminal podem ou não ser contíguas. Cada terminal ativo pode então transmitir utilizando suas portadoras atribuídas específicas.

Com referência novamente à figura 1, os terminais podem ser dispersos através de todo o sistema. Cada

20 terminal está associado com uma perda de percurso particular para seu ponto de acesso, que é muito dependente da distância entre o terminal e o ponto de acesso. Cada terminal também requer uma qualidade de sinal recebido particular no ponto de acesso para alcançar um nível alvo

25 de desempenho. A qualidade de sinal recebido requerida pode ser quantificada por uma relação sinal/ruído recebida específica (SNR), e o nível alvo de desempenho pode ser quantificado por uma taxa de erro de quadro específico (FER), uma taxa de erro por pacote (PER), e assim por

30 diante. A potência de transmissão requerida para cada terminal depende de sua perda de percurso e sua qualidade de sinal recebido requerida.

Se os terminais forem dispersos por todo o sistema, então a perda de percurso é tipicamente diferente de terminal para terminal. Ademais, a qualidade do sinal recebido requerida pode ser diferente de terminal para terminal dependendo, por exemplo, de suas taxas de dados. Dessa forma, a potência de transmissão requerida é tipicamente diferente de terminal para terminal. Em geral, os terminais que são localizados mais distantes do ponto de acesso apresentam maiores perdas de percurso para o ponto de acesso e então requererem potências de transmissão mais altas para alcançar uma determinada qualidade de sinal recebido. Por exemplo, os terminais 120a, 120b, 120d e 120g mais provavelmente irão requerer mais potência de transmissão do que os terminais 120c, 120e e 120f para alcançar a mesma qualidade de sinal recebido em seus respectivos pontos de acesso.

Cada terminal está associado com uma potência de transmissão máxima particular, $P_{\text{máx}}$, que pode ser utilizada para a transmissão de dados. Essa potência de transmissão máxima pode ser determinada por restrições regulamentares, desenho do sistema, e/ou limitações do amplificador de potência utilizado pelo terminal. A quantidade máxima de potência de transmissão que pode ser utilizada para a transmissão de dados de uplink seria então limitada a $P_{\text{máx}}$.

Uma malha de controle de potência pode ser mantida para controlar a potência de transmissão de cada terminal ativo. Visto que pode existir uma grande disparidade nas perdas de percurso para os terminais ativos, as potências recebidas no ponto de acesso para esses terminais podem variar por uma quantidade grande (por exemplo, tanto quanto 80 dB) se esses terminais todos transmitirem no mesmo nível de potência. Apesar das sub-bandas ortogonais serem geradas por OFDM, as transmissões

em uplink dos terminais ativos podem interferir uma com a outra devido, por exemplo, deslocamentos (offsets) em sua temporização e/ou frequência. Para se limitar a quantidade de interferência para as portadoras vizinhas, a potência de transmissão de cada terminal ativo pode ser controlada ou ajustada de forma que a qualidade do sinal recebido para o terminal esteja dentro de uma faixa aceitável. A potência de transmissão requerida para cada terminal seria então determinada com base no controle de potência de uplink, que pode ser grosseira.

Em um aspecto, o número de portadoras para alocar para cada terminal ativo depende de sua potência de transmissão requerida. Dessa forma, diferentes números de portadoras podem ser alocados para diferentes terminais dependendo de suas potências de transmissão requeridas. Potências de transmissão mais altas são requeridas para se alcançar a qualidade de sinal recebida desejada quando a perda de percurso é maior. Se a potência de transmissão maior for necessária, então menos portadoras podem ser alocadas. Visto que uma PAPR menor está associada com uma forma de onda gerada com menos portadoras, o amplificador de potência pode ser operado com um recuo menor e a forma de onda pode ser transmitida com um nível de potência mais alto. Inversamente, visto que a potência de transmissão mais baixa é necessária quando a perda de percurso é menor, mais portadoras podem ser alocadas. Apesar de uma PAPR maior ser associada com uma forma de onda gerada com mais portadoras, o amplificador de potência pode fornecer um recuo maior visto que a potência de transmissão requerida para a forma de onda é menor.

A figura 3C ilustra a transmissão de duas formas de onda na figura 3A, com a potência de transmissão máxima de $P_{\text{máx}}$ e utilizando-se o controle de potência para obter a

qualidade de sinal recebido desejada. A forma de onda 310 é transmitida com uma potência média requerida de $P_{\text{requerida1}}$, que é recuada por pelo menos BO_1 de $P_{\text{máx}}$. A forma de onda 312 é transmitida com uma potência média requerida de $P_{\text{requerida2}}$, que é recuada por pelo menos BO_2 de $P_{\text{máx}}$. As potências médias requeridas de $P_{\text{requerida1}}$ e $P_{\text{requerida2}}$ podem ser determinadas pelas perdas de percurso e qualidades de sinal recebido requeridas associadas com os terminais transmitindo essas formas de onda. A potência média requerida mais alta para a forma de onda 310 pode se dever a uma perda de percurso maior e/ou uma qualidade de sinal recebido requerida maior para a forma de onda. Os recuos de BO_1 e BO_2 podem ser determinados com base nas PAPRs dessas formas de onda, como descrito acima.

Como ilustrado na figura 3C, para um amplificador de potência restrito pela potência de transmissão máxima de $P_{\text{máx}}$, a potência média requerida mais alta de $P_{\text{requerida1}}$ para a forma de onda 310 pode ser fornecida pelo amplificador de potência visto que essa forma de onda é gerada com menos portadoras e é associada com um recuo menor. Apesar de a forma de onda 312 ser gerada com mais portadoras e ser associada com um recuo maior, a potência média requerida de $P_{\text{requerida2}}$ para essa forma de onda também pode ser fornecida pelo amplificador de potência visto que esse nível de potência é mais baixo.

O número máximo de portadoras que pode ser alocado para cada terminal ativo pode dessa forma depender da potência de transmissão requerida e da potência de transmissão máxima para o terminal. A determinação do número máximo de portadoras que pode ser alocado para cada terminal pode ser realizada com base em vários esquemas, dois dos quais são descritos abaixo.

Em um primeiro esquema de alocação de portadora, uma tabela é formada para a potência média máxima permitida versus o número de portadoras. Essa tabela pode incluir uma entrada para cada possível número de portadoras que pode ser atribuído. Por exemplo, a tabela pode incluir N entradas para N portadoras, onde i denota o número de portadoras para a entrada i na tabela. Para cada entrada, a potência média mais alta $P_{\text{média},i}$ que pode ser utilizada para o número associado de portadoras, i , é determinada (por exemplo, empiricamente, por simulação, ou através de algum outro meio). Essa potência média máxima permitida, $P_{\text{média},i}$, é baseada em uma consideração da potência máxima de transmissão de $P_{\text{máx}}$ para os terminais (que pode ser especificada para o sistema ou por restrições regulamentares). A tabela pode ser formada como ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1

Número de Portadoras	Potência Média Máxima Permitida
N	$P_{\text{média},N}$
:	:
i	$P_{\text{média},i}$
:	:
1	$P_{\text{média},1}$

Visto que as formas de onda com mais portadoras são associadas com maiores recuos, a potência média máxima permitida diminui com o número crescente de portadoras (isto é, $P_{\text{média},1} > P_{\text{média},2} > \dots > P_{\text{média},N}$).

O número máximo de portadoras que pode ser alocado para cada terminal ativo pode então ser determinado com base na potência de transmissão requerida, $P_{\text{requerida}}$, para o terminal e a tabela. Em particular, a potência de

transmissão exibida para o terminal pode ser comparada com as potências médias máximas permitidas na tabela. A menor potência média máxima permitida ($P_{média,s}$) que é superior a ou igual a $P_{requerida}$ é identificada, e o número de portadoras

5 S associadas com essa $P_{média,s}$ é determinado. O terminal pode então ser alocado para qualquer número de portadoras inferior ou igual a S.

Em um segundo esquema de alocação de portadora, uma tabela é formada para os recuos requeridos versus o

10 número de portadoras. Essa tabela também pode incluir um registro para cada possível número de portadoras que pode ser atribuído. Para cada registro, o recuo mínimo BO_i requerido para o número associado de portadoras, i , é determinado (por exemplo, empiricamente, por simulação ou

15 através de algum outro meio). Essa tabela pode ser formada como ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2

Número de Portadoras	Recuo Requerido
N	BO_N
$\vdots$	$\vdots$
i	BO_i
$\vdots$	$\vdots$
1	BO_1

As formas de onda com mais portadoras são associadas a maiores recuos, de forma que $BO_N > \dots BO_2 > BO_1$.

20 O número máximo de portadoras que pode ser alocado para cada terminal ativo pode então ser determinado com base na potência de transmissão requerida e na potência de transmissão máxima para o terminal. Em particular, a diferença entre as potências de transmissão máxima e

25 requerida para o terminal é primeiramente computada. Essa

diferença computada é então comparada com os recuos requeridos na tabela. O maior recuo requerido (BO_s) que é inferior a ou igual a essa diferença computada é então identificado, e o número de portadoras S associadas com esse BO_s é determinado. O terminal pode então receber qualquer número de portadoras inferior a ou igual a S .

O número máximo de portadoras que pode ser alocado para cada terminal ativo pode ser determinado inicialmente, como descrito acima. O número real de portadoras para alocar para cada terminal pode então ser determinado com base em qualquer número de fatores adicionais. Tais fatores podem se relacionar a (1) quantidade de dados a ser transmitida, (2) equidade, (3) prioridade dos terminais, e assim por diante. O número específico de portadoras alocadas verdadeiramente para cada terminal é igual a ou inferior ao número máximo de portadoras que podem ser alocadas. As portadoras específicas alocadas para cada terminal podem ou não ser contíguas.

Muitos sistemas de comunicação sem fio são operados em bandas de frequência com os requerimentos de máscara espectral que limitam a quantidade de emissões fora da base. Para esses sistemas, quais portadoras atribuir para cada terminal ativo podem ser selecionadas de forma que as emissões fora de banda sejam reduzidas ou minimizadas o máximo possível.

A figura 4 ilustra requerimentos típicos de emissão para uma banda de operação de radiofrequência (RF) típica. A banda de operação possui requerimentos de máscara espectral que são caracterizadas por uma emissão em banda máxima particular e uma emissão fora de banda máxima particular. A emissão em banda máxima pode ser especificada, por exemplo, por uma restrição de potência de transmissão

por MHz particular. De forma similar, a emissão máxima fora de banda pode ser especificada por uma restrição de potência de transmissão por MHz específica abaixo da frequência f_1 e acima da frequência f_2 .

5 Os amplificadores de potência são tipicamente projetados de forma que sejam lineares com níveis de potência de saída baixos e médios e se tornem mais não lineares com níveis de potência de saída mais altos. Dessa forma, quando um amplificador de potência é operado a um
10 nível de potência de saída alto, um nível mais alto de não linearidade no amplificador de potência pode causar distorção de intermodulação que se encontra fora da banda de sinal. A quantidade de distorção depende do projeto específico do amplificador de potência e do nível de
15 potência de saída. Se o nível de potência de saída e/ou não linearidade for suficientemente alto, então a distorção resultante pode exceder o requerimento de emissão fora de banda máxima específico.

Em outro aspecto, as portadoras específicas para
20 atribuir aos terminais ativos são determinadas por potências de transmissão requeridas. Um terminal com uma perda de percurso mais alta para o ponto de acesso (por exemplo, um terminal localizado perto da borda da área de cobertura) e/ou uma qualidade mais alta requerida do sinal
25 recebido precisa transmitir em um nível de potência mais alto para alcançar a qualidade de sinal recebido requerida no ponto de acesso. Esse terminal é mais provável de gerar um alto nível de distorção de intermodulação. O terminal pode então ser atribuído com portadoras perto do meio da
30 banda de operação de forma que a distorção possa cair dentro da banda de operação. O nível mais alto de distorção desse terminal pode causar interferência adicional para outras portadoras, de forma que as potências de transmissão

para essas portadoras podem ser aumentadas de acordo para justificar o nível mais alto de interferência.

Inversamente, um terminal com uma perda de percurso menor para o ponto de acesso (por exemplo, um terminal localizado perto do ponto de acesso) e/ou uma qualidade mais baixa requerida do sinal recebido pode transmitir em um nível de potência mais baixo e ainda alcançar a qualidade de sinal recebido requerida no ponto de acesso. Esse terminal é provável de gerar um baixo nível de distorção de intermodulação. O terminal pode então ser atribuído com portadoras perto das bordas da banda de operação visto que a distorção provavelmente estará abaixo do requerimento máximo especificado da emissão fora da banda. As portadoras específicas alocadas para cada terminal podem ser localizadas dentro de uma parte particular da banda de operação, mas não precisam ser contíguas.

A figura 4 também ilustra a atribuição de portadoras para terminais ativos de forma a reduzir as emissões fora de banda. Um grupo de portadoras 410 perto do meio da banda de operação pode ser atribuído para um terminal que precisa transmitir com alto nível de potência de saída. Dois grupos de portadoras 412 e 414 perto das bordas da banda de operação podem ser atribuídos para os mesmos terminais ou terminais diferentes que podem transmitir com baixo nível de potência de saída. As transmissões de uplink nesses grupos de portadoras vêm de múltiplos terminais. No entanto, essas transmissões de uplink são sobrepostas na mesma representação na figura 4 por motivos de clareza.

Em um esquema de atribuição de portadora, as portadoras são atribuídas a terminais ativos com base em suas potências de transmissão requeridas. Para um intervalo

de transmissão determinado, o número de portadoras para alocar para cada terminal ativo é primeiro determinado (por exemplo, com base na potência de transmissão requerida do terminal ativo e possivelmente outros fatores como descrito
5 acima). Os terminais ativos podem ser associados com diferentes potências de transmissão requeridas. O grupo de portadoras para atribuição ao terminal ativo com maior potência de transmissão requerida é então selecionado para estar perto do meio da operação, o grupo de portadoras para
10 o terminal ativo com a próxima maior potência de transmissão requerida é selecionado para estar mais perto do meio da banda de operação, e assim por diante, e o grupo de portadoras para o terminal ativo com a potência de transmissão requerida mais baixa é então selecionado para
15 estar na direção das bordas da banda de operação. Esse esquema de atribuição de portadora pode reduzir as emissões fora de banda o máximo possível.

Em outro esquema de atribuição de portadora, cada portadora utilizável é associada com um nível respectivo de
20 potência limite, e as portadoras são atribuídas aos terminais ativos com base nos níveis de potência limite e potências de transmissão requeridas para os terminais. Em particular, uma portadora determinada pode ser atribuída a um terminal se a potência de transmissão requerida for
25 igual ou inferior ao nível de potência limite. As portadoras perto do meio da banda de operação podem ser associadas com os níveis de potência limite mais altos, e as na direção das bordas da banda podem ser associadas com os níveis de potência limite mais baixos. Esses níveis de
30 potência limite podem ser selecionados de forma que as emissões fora de banda especificadas possam ser correspondidas para um esquema de modulação multiportadora determinado. Dessa forma, um terminal localizado perto da

borda da área de cobertura e possuindo uma potência de transmissão requerida mais alta pode apenas receber portadoras perto do meio da banda de operação, ao passo que um terminal com uma potência de transmissão requerida mais
5 baixa pode receber portadoras em qualquer local dentro da banda de operação.

As portadoras também podem ser atribuídas a terminais ativos de outras formas para reduzir as emissões fora de banda, e isso está dentro do escopo da invenção.
10 Ademais, as técnicas de atribuição de portadora descritas aqui podem ser utilizadas sozinhas ou em combinação com as técnicas de alocação de portadora descritas acima.

A figura 5 ilustra um fluxograma de uma modalidade de um processo 500 para alocar e atribuir
15 portadoras a terminais ativos. Inicialmente, a informação pertinente referente à potência de transmissão de cada terminal a ser programada para a transmissão de dados é obtida (etapa 512). Em uma modalidade, as potências de transmissão requerida e máxima para cada terminal são
20 obtidas. A potência de transmissão requerida para cada terminal pode ser enviada pelo terminal ou obtida com base em algum outro meio. A potência de transmissão máxima para cada terminal pode ser enviada pelo terminal, conhecido a priori, ou obtida com base em algum outro meio. Em outra
25 modalidade, a diferença entre as potências de transmissão máxima e requerida para cada terminal é obtida. Em outra modalidade, a potência de transmissão máxima e a potência de transmissão inicial para cada terminal podem ser obtidas (por exemplo, durante o registro), e a potência de
30 transmissão requerida para o terminal pode, depois disso, ser estimada com base na potência de transmissão inicial e um acúmulo de todos os comandos de controle de potência enviados para o terminal. A informação de potência de

transmissão pertinente pode, dessa forma, ser fornecida em várias formas.

O número máximo de portadoras que pode ser alocado para cada terminal é então determinado com base na
5 informação de potência de transmissão (por exemplo, com base nas potências de transmissão requerida e máxima) (etapa 514). Isso pode ser alcançado pela utilização de vários esquemas tais como os esquemas de alocação de duas
10 portadoras é então alocado para cada terminal com base em (1) número máximo de portadoras que pode ser alocado para o terminal, (2) o número total de portadoras disponível para alocação para todos os terminais, e (3) qualquer número de outros fatores (etapa 516). O número de portadoras alocado
15 para cada terminal é limitado pelo número máximo que pode ser alocado. Ademais, a soma de todas as portadoras alocadas para os terminais é limitada pelo número total de portadoras disponíveis para alocação.

As portadoras específicas são então atribuídas a
20 cada terminal de forma que a quantidade de emissões fora de banda possa ser reduzida ou minimizada (etapa 518). Isso pode ser alcançado pela utilização de vários esquemas tais como os esquemas de atribuição de duas portadoras descritos acima. As portadoras atribuídas a cada terminal podem então
25 ser sinalizadas para o terminal através de uma atribuição de portadora. Cada terminal programado transmitira então utilizando as portadoras atribuídas específicas e para o período de tempo programado.

A figura 6 ilustra um diagrama de blocos de uma
30 modalidade de um ponto de acesso 110x e dois terminais 120x e 120y em um sistema de comunicação multiportadora de acesso múltiplo 100.

No downlink, no ponto de acesso 110x, um processador de dados de transmissão (TX) 614 recebe dados de tráfego (isto é, bits de informação) de uma fonte de dados 612 e informação de sinalização e outras informações de um controlador 620 e um programador 630. Por exemplo, o controlador 620 pode fornecer comandos de controle de potência (PC) que são utilizados para ajustar a potência de transmissão dos terminais ativos, e o programador 630 pode fornecer atribuições de portadoras para os terminais. Esses vários tipos de dados podem ser enviados em diferentes canais de transporte. O processador de dados TX 614 codifica e modula os dados recebidos utilizando modulação multiportadora (por exemplo, OFDM), para fornecer dados modulados (por exemplo, símbolos OFDM). Uma unidade de transmissor (TMTR) 616 processa então os dados modulados para gerar um sinal modulado de downlink que é então transmitido a partir de uma antena 618.

Em cada um dos terminais 120x e 120y, o sinal modulado de downlink transmitido é recebido por uma antena 652 e fornecido para uma unidade receptora (RCVR) 654. A unidade receptora 654 processa e digitaliza o sinal recebido para fornecer amostras. Um processador de dados de recepção (RX) 656 então demodula e decodifica as amostras para fornecer dados codificados, que podem incluir dados de tráfego recuperados, mensagens, sinalização e assim por diante. Os dados de tráfego podem ser fornecidos para um depósito de dados 658, a atribuição da portadora e os comandos PC enviados para o terminal são fornecidos para um controlador 660.

O controlador 660 direciona a transmissão de dados no uplink utilizando as portadoras específicas que foram atribuídas ao terminal e indicadas na atribuição de portadora recebida. O controlador 660 ajusta adicionalmente

a potência de transmissão utilizada para as transmissões de uplink com base nos comandos de PC recebidos.

Para o uplink, em cada terminal ativo 120, um processador de dados TX 674 recebe dados de tráfego de uma fonte de dados 672, e sinalização e outras informações do controlador 660. Por exemplo, o controlador 660 pode fornecer informação indicativa da potência de transmissão requerida, da potência de transmissão máxima, ou da diferença entre as potências de transmissão máxima e requerida para o terminal. Os vários tipos de dados são codificados e modulados pelo processador de dados TX 674 utilizando as portadoras atribuídas e processadas adicionalmente por uma unidade transmissora 676 para gerar um sinal modulado em uplink que é então transmitido a partir da antena 652.

No ponto de acesso 110x, os sinais modulados de uplink transmitidos a partir dos terminais são recebidos pela antena 618, processados por uma unidade receptora 632, e demodulados e decodificados por um processador de dados RX 634. A unidade receptora 632 pode estimar a qualidade de sinal recebida (por exemplo, a relação sinal/ruído recebida (SNR)) para cada terminal e fornecer essa informação para o controlador 620. O controlador 620 pode então derivar os comandos de PC para cada terminal de forma que a qualidade de sinal recebido para o terminal seja mantida dentro de uma faixa aceitável. O processador de dados RX 634 fornece a informação de retorno recuperada (por exemplo, a potência de transmissão requerida) para cada terminal para o controlador 620 e o programador 630.

O programador 630 utiliza a informação de retorno para realizar um número de funções tais como (1) seleção de um conjunto de terminais para a transmissão de dados no uplink e (2) atribuição de portadoras para os terminais

selecionados. As atribuições de portadora para os terminais programados são então transmitidas em downlink para esses terminais.

Por motivos de clareza, as técnicas de gerenciamento PAPR foram descritas especificamente para o uplink em um sistema OFDMA. Essas técnicas também podem ser utilizadas para transmissão em downlink a partir do ponto de acesso para os terminais. Em um esquema de transmissão em downlink, OFDMA é utilizado para o downlink de forma similar à para o uplink, e a multiplexação de portadora pode ser utilizada para transmitir dados para múltiplos terminais em downlink simultaneamente dentro de um determinado intervalo de tempo. Em outro esquema de transmissão em downlink, os dados são transmitidos para um terminal em um momento de forma multiplexada por divisão de tempo (TDM). Para ambos os esquemas de transmissão em downlink, o número de portadoras para alocar para cada terminal e as portadoras específicas para atribuir a cada terminal podem ser determinados como descrito acima com base na potência de transmissão requerida para o terminal. Para o esquema de transmissão de downlink OFDMA, as portadoras disponíveis podem ser atribuídas a múltiplos terminais de forma que PAPR do sinal de downlink para todos os terminais programados seja mantida dentro de uma meta particular. Para o esquema de transmissão em downlink TMD-OFDM, o número de portadoras atribuídas ao terminal sendo servido pode ser selecionado de forma que a PAPR do sinal de downlink para esse terminal também seja mantida dentro da meta. Os dados para cada terminal programado podem então ser transmitidos utilizando-se portadoras atribuídas específicas e com potência de transmissão requerida para o terminal.

Para OFDM, os dados a serem transmitidos em cada portadora são primeiro modulados (isto é, mapeados por símbolo) utilizando um esquema de modulação particular selecionado para uso para essa portadora para fornecer um
5 símbolo de modulação para cada período de símbolo. Os símbolos de modulação para cada terminal são então escalonados para alcançar a potência de transmissão requerida para o terminal. As portadoras não utilizadas são fornecidas com valores de sinal iguais a zero. Para cada
10 período de símbolo, M símbolos escalonados para M portadoras utilizáveis e $N-M$ zeros para as portadoras não utilizados são transformados para o domínio de tempo utilizando uma Transformada de Fourier Rápida Inversa (IFFT) para obter um símbolo "transformado" que inclui N amostras
15 de domínio de tempo. Para se combater a interferência intersimbólica causada pelo desvanecimento seletivo em frequência (que resulta de um canal de multipercurso), uma parte de cada símbolo transformado pode ser repetida para formar um símbolo OFDM correspondente. Os símbolos OFDM
20 gerados dessa forma para diferentes períodos de símbolo são então processados para gerar o sinal modulado de downlink que é transmitido para os terminais.

Para downlink, se M portadoras utilizáveis forem todas transmitidas no mesmo nível de potência, então PAPR
25 da forma de onda OFDM pode ser grande. No entanto, pela atribuição de mais portadoras para os terminais com potências de transmissão requeridas mais baixas e menos portadoras para os terminais com potências de transmissão requeridas mais altas, PAPR da forma de onda será menor.
30 Isso então permitiria que o amplificador de potência no ponto de acesso fosse operado com um recuo menor e com um nível de potência de saída mais alto. Isso pode, por sua

vez, permitir que taxas de dados mais altas sejam utilizadas para um ou mais dos terminais.

As técnicas descritas aqui para o gerenciamento de PAPR para modulação multiportadora podem ser implementadas de várias formas. Por exemplo, essas técnicas podem ser implementadas em hardware, software, ou uma combinação dos mesmos. Para uma implementação em hardware, os elementos utilizados para a implementação de técnicas em cada ponto de acesso e o terminal podem ser implementados dentro de um ou mais circuitos integrados de aplicação específica (ASICs), processadores de sinal digital (DSPs), dispositivos de processamento de sinal digital (DSPDs), dispositivos lógicos programáveis (PLDs), conjuntos de porta programável em campo (FPGAs), processadores, controladores, microcontroladores, microprocessadores, ou outras unidades eletrônicas projetadas para realizar as funções descritas aqui, ou uma combinação dos mesmos.

Para uma implementação de software, as técnicas descritas aqui podem ser implementadas com módulos (por exemplo, procedimentos, funções e assim por diante) que realizam as funções descritas aqui. Os códigos de software podem ser armazenados em uma unidade de memória (por exemplo, unidades de memória 622 e 662 na figura 6) e executados por um processador (por exemplo, controladores 620 e 660 e o programador 630). A unidade de memória pode ser implementada dentro do processador ou fora do processador, caso no qual pode ser acoplada de forma comunicativa ao processador através de vários meios como é sabido da técnica.

A descrição acima das modalidades descritas é fornecida para permitir que qualquer pessoa versada na técnica crie ou faça uso da presente invenção. Várias modificações a essas modalidades serão prontamente

aparentes aos versados na técnica, e os princípios genéricos definidos aqui podem ser aplicados a outras modalidades sem se distanciar do espírito ou escopo da invenção. Dessa forma, a presente invenção não deve ser

5 limitada às modalidades ilustradas aqui mas deve ser acordado o escopo mais amplo consistente com os princípios e características de novidade descritos aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para gerenciar relação de potência de pico/média (PAPR) para modulação multiportadora em um sistema de comunicação multiportadora sem fio (100),
5 compreendendo as etapas de:

determinar (514) um número máximo de portadoras que podem ser alocadas a cada terminal (120) em uma pluralidade de terminais (120) com base em uma potência de transmissão requerida para o terminal e uma potência de
10 transmissão máxima para o terminal;

alocar (516) a cada terminal (120) um número específico de portadoras que é inferior ou igual ao número máximo de portadoras determinado para o terminal;

atribuir portadoras específicas a cada terminal
15 (120) de forma a reduzir emissões fora de banda;

transmitir dados para cada terminal (120) no número específico de portadoras alocadas ao terminal (120) e na potência de transmissão requerida para o terminal;

receber uma transmissão de dados para cada
20 terminal (120) no número específico de portadoras alocadas para o terminal;

o método caracterizado pelo fato de que determinar para cada terminal (120) compreende:

computar uma diferença entre uma potência de
25 transmissão máxima para o terminal (120) e a potência de transmissão requerida para o terminal, e em que o número máximo de portadoras que podem ser alocadas para o terminal (120) é determinado com base na diferença computada; e

em que mais portadoras podem ser alocadas quando
30 uma perda de percurso for menor e menos portadoras podem ser alocadas quando a perda de percurso for maior.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que determinar para cada terminal (120) inclui:

comparar a potência de transmissão requerida para
5 o terminal (120) com potências máximas permitidas para diferentes números de portadoras, e em que o número máximo de portadoras que podem ser alocadas para o terminal é igual ao número de portadoras associado com uma menor potência máxima permitida que é superior à potência de
10 transmissão requerida.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que determinar para cada terminal (120) compreende adicionalmente:

comparar a diferença computada com recuos
15 requeridos para diferentes números de portadoras, e em que o número máximo de portadoras que podem ser alocadas para o terminal (120) é igual ao número de portadoras associado com um maior recuo requerido que é menor do que a diferença computada, em que formas de onda com mais portadoras são
20 associadas com recuos maiores e formas de onda com menos portadoras são associadas com recuos menores.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a um terminal (120) associado com uma potência de transmissão requerida mais
25 alta são atribuídas portadoras localizadas perto do meio de uma banda de operação e a um terminal (120) associado com uma potência de transmissão requerida inferior são atribuídas portadoras localizadas perto de uma borda da banda de operação.

30 5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que atribuir portadoras específicas a cada terminal (120) inclui:

determinar um conjunto de portadoras que pode ser atribuído para o terminal (120) com base na potência de transmissão requerida para o terminal; e

selecionar as portadoras específicas para
5 atribuir ao terminal (120) a partir do conjunto de portadoras.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o número específico de portadoras alocadas a cada terminal (120) é adicionalmente
10 baseado em um número total de portadoras disponíveis para alocação para a pluralidade de terminais.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o número específico de portadoras alocadas a cada terminal é adicionalmente
15 baseado em pelo menos um fator adicional.

8. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um fator adicional inclui um fator que refere-se a quantidade de dados para transmitir.

20 9. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a potência de transmissão requerida para cada terminal (120) é determinada com base em uma qualidade de sinal recebido requerida para o terminal.

25 10. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a potência de transmissão requerida para cada terminal (120) é determinada com base em uma malha de controle de potência mantida para o terminal.

30 11. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de comunicação sem fio implementa multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM).

12. Equipamento para gerenciar relação de potência de pico/média (PAPR) para modulação multiportadora em um sistema de comunicação multiportadora sem fio (100), compreendendo:

5 dispositivos para determinar um número máximo de portadoras que podem ser alocadas a cada terminal (120) em uma pluralidade de terminais (120) com base em uma potência de transmissão requerida para o terminal e uma potência de transmissão máxima para o terminal; e

10 dispositivos para alocar a cada terminal (120) um número específico de portadoras que é inferior ou igual ao número máximo de portadoras determinado para o terminal;

 dispositivos para atribuir portadoras específicas a cada terminal (120) de forma a reduzir emissões fora de
15 banda;

 dispositivos para transmitir dados para cada terminal (120) no número específico de portadoras alocadas para o terminal (120) e na potência de transmissão requerida para o terminal;

20 dispositivos para receber uma transmissão de dados a partir de cada terminal (120) no número específico de portadoras alocadas para o terminal;

 o equipamento caracterizado pelo fato de que os dispositivos para determinar compreendem:

25 um programador (630) operativo para determinar um número máximo de portadoras que podem ser alocadas a cada terminal (120) em uma pluralidade de terminais (120) com base em uma potência de transmissão requerida para o terminal, alocar a cada terminal (120) um número específico
30 de portadoras que é inferior ou igual ao número máximo de portadoras determinado para o terminal, e fornecer atribuições de portadora indicativas do número específico de portadoras alocadas a cada terminal (120); e

um processador de dados de transmissão (614) operativo para processar as atribuições de portadora para transmissão para a pluralidade de terminais (120);

em que mais portadoras podem ser alocadas quando
5 uma perda de percurso for menor e menos portadoras podem ser alocadas quando a perda de percurso for maior.

13. Equipamento, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de é um ponto de acesso (110) em um sistema de comunicação sem fio multiportadora (100).

10 14. Método para transmitir dados utilizando modulação multiportadora em um sistema de comunicação sem fio, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

receber uma alocação de um número específico de portadoras a ser utilizado para transmissão de dados, em
15 que o número específico de portadoras é inferior ou igual a um número máximo de portadoras que podem ser utilizadas para transmissão de dados, e em que o número máximo de portadoras é determinado com base em uma potência de transmissão requerida para a transmissão de dados; e

20 transmitir dados utilizando o número específico de portadoras.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que dados são transmitidos em portadoras específicas que foram atribuídas para reduzir
25 emissões fora de banda.

16. Equipamento para gerenciar relação de potência de pico/média (PAPR) para modulação multiportadora em um sistema de comunicação multiportadora sem fio (100), caracterizado pelo fato de que compreende:

30 dispositivos para receber uma alocação de um número específico de portadoras a ser utilizado para transmissão de dados, em que o número específico de portadoras é inferior ou igual a um número máximo de

portadoras que podem ser utilizadas para transmissão de dados, e em que o número máximo de portadoras é determinado com base em uma potência de transmissão requerida para a transmissão de dados; e

- 5 dispositivos para transmitir dados utilizando o número específico de portadoras.

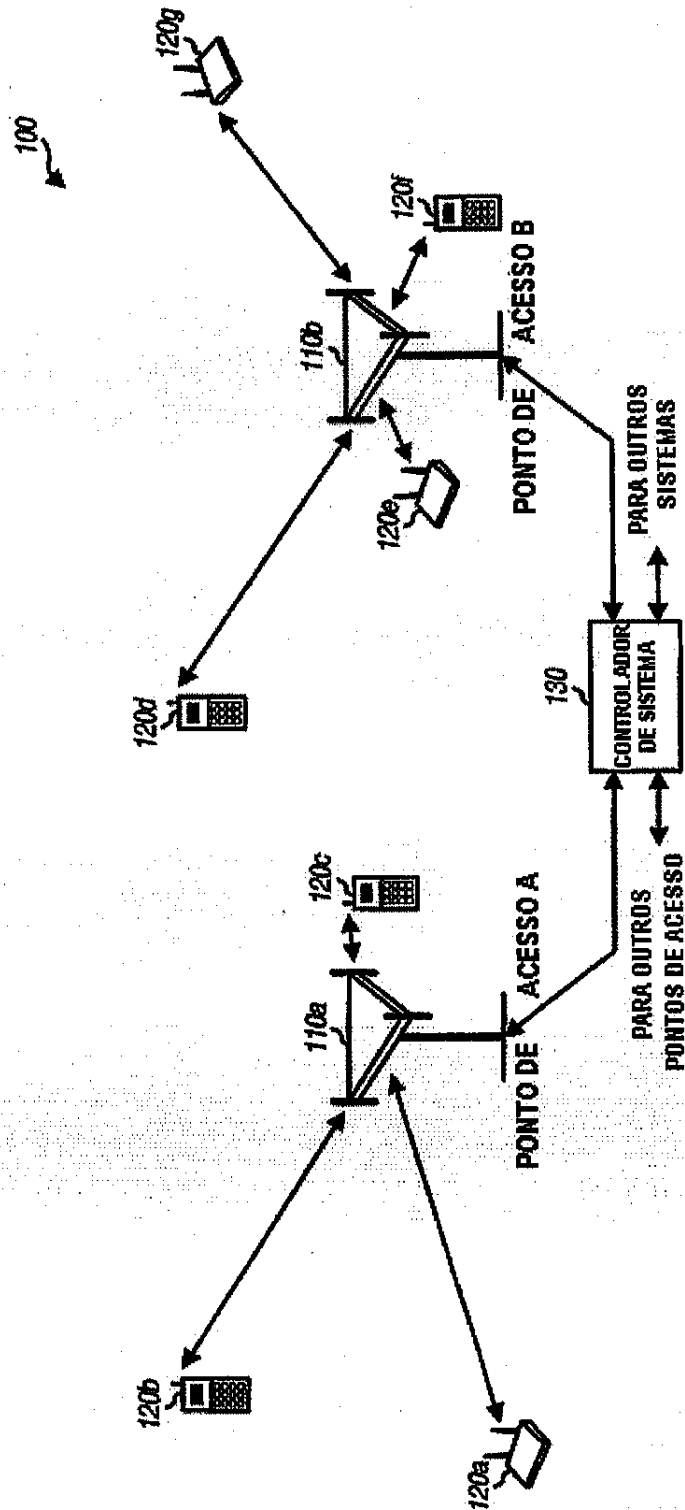
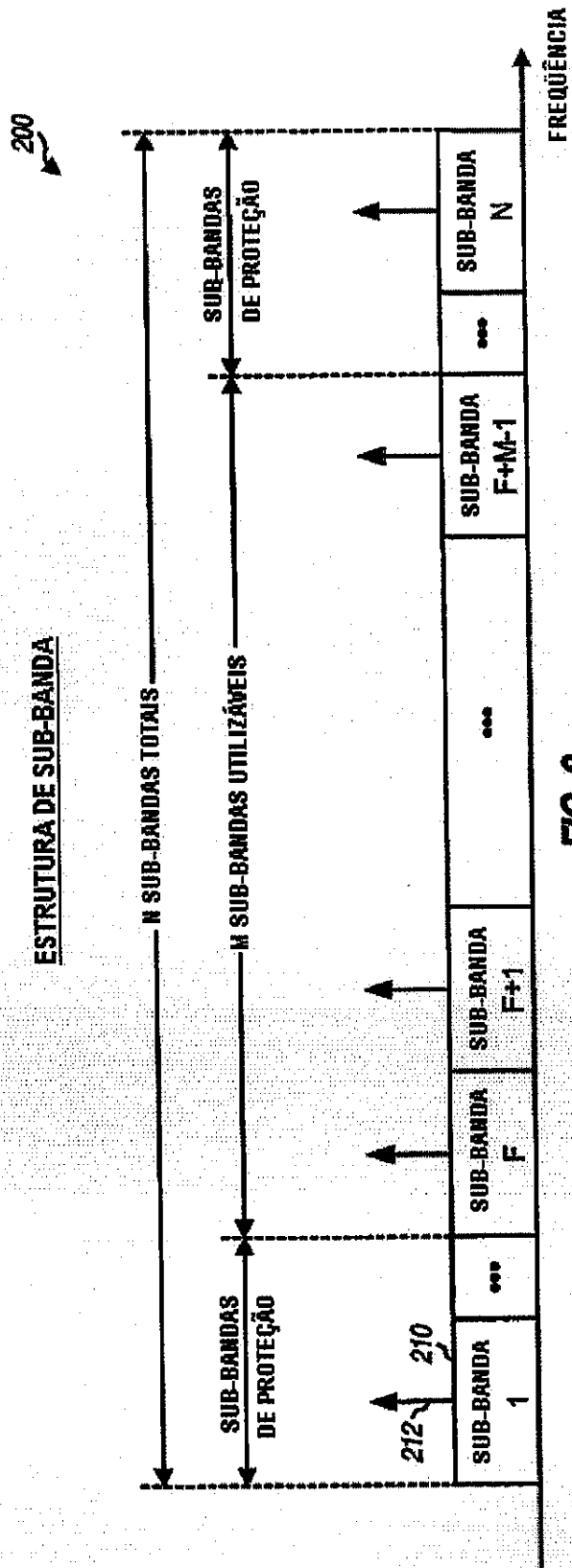


FIG. 1



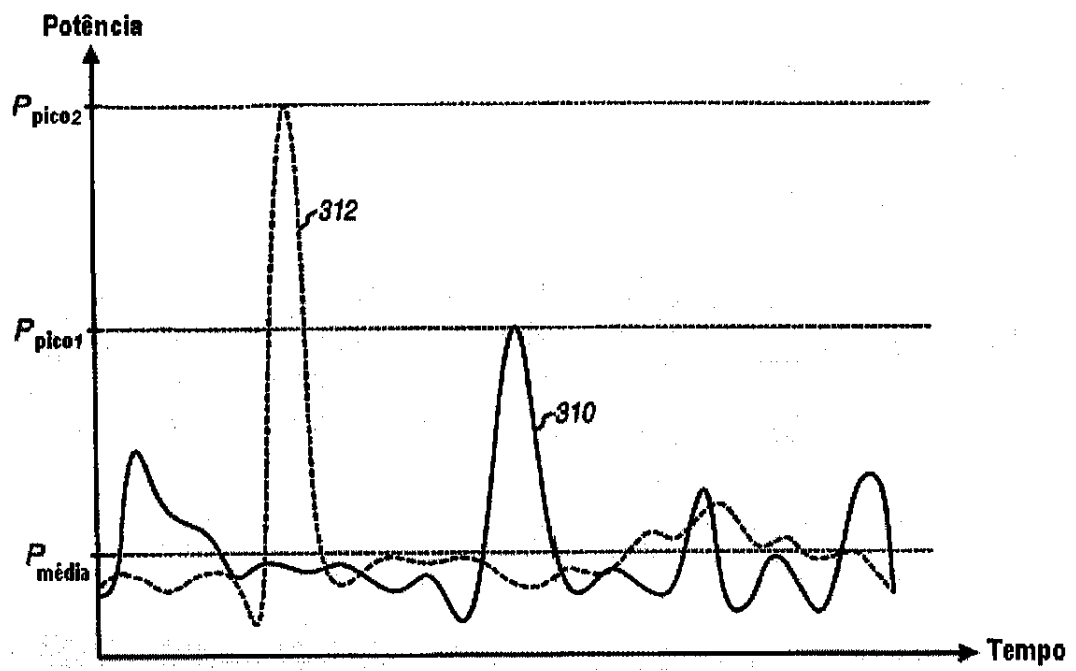


FIG. 3A

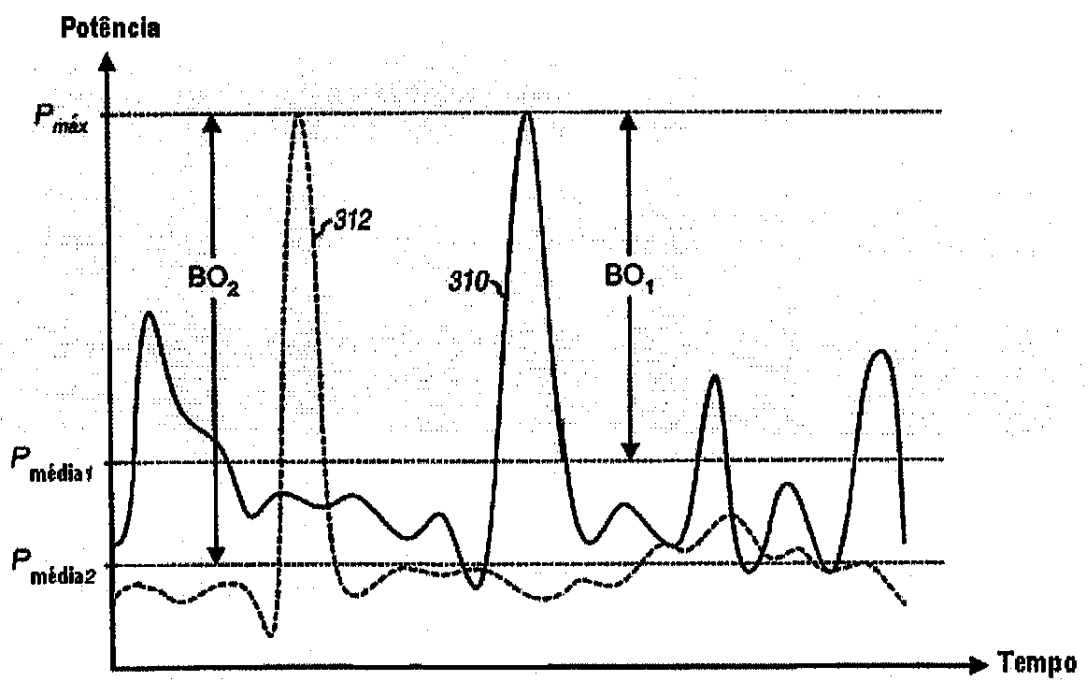
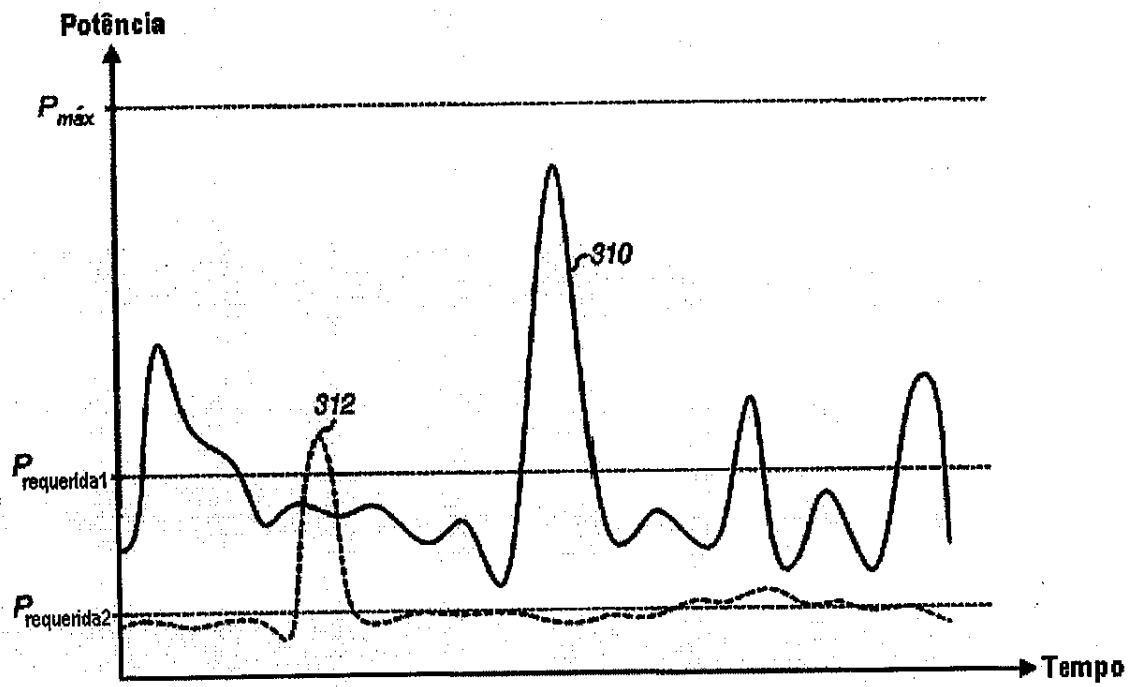


FIG. 3B

**FIG. 3C**

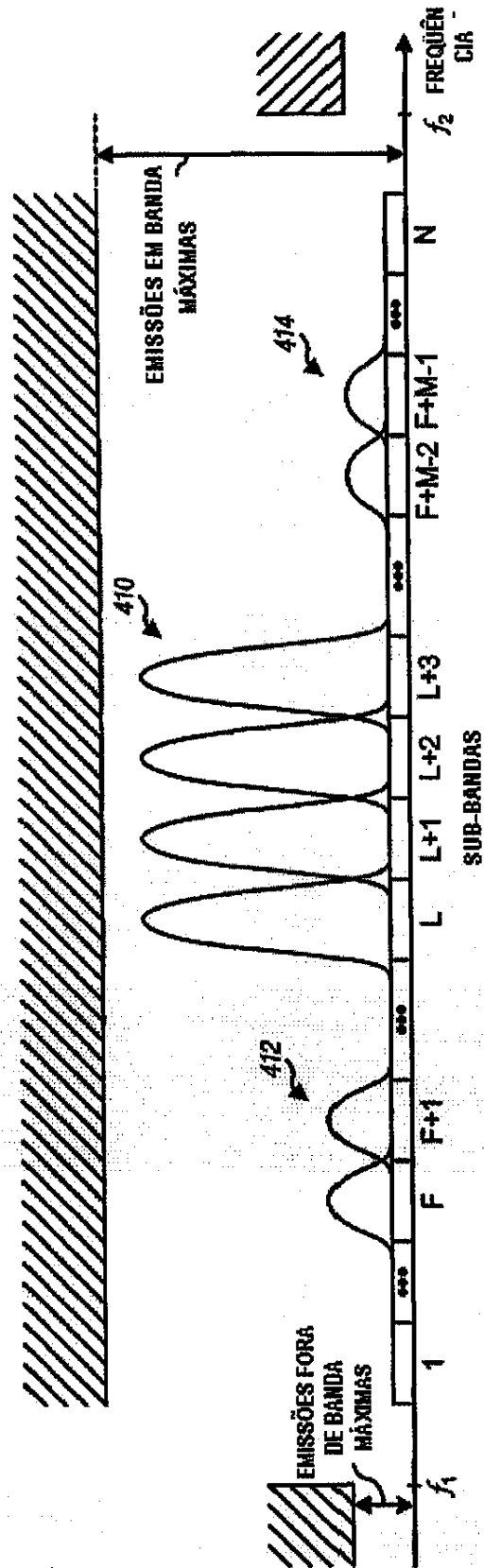
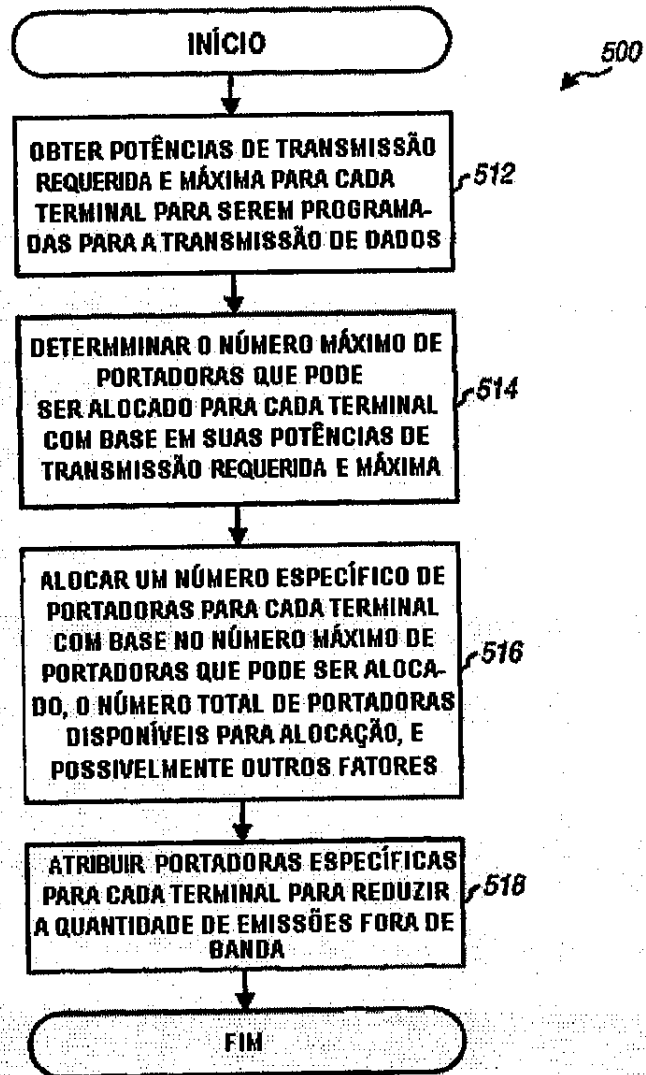


FIG. 4



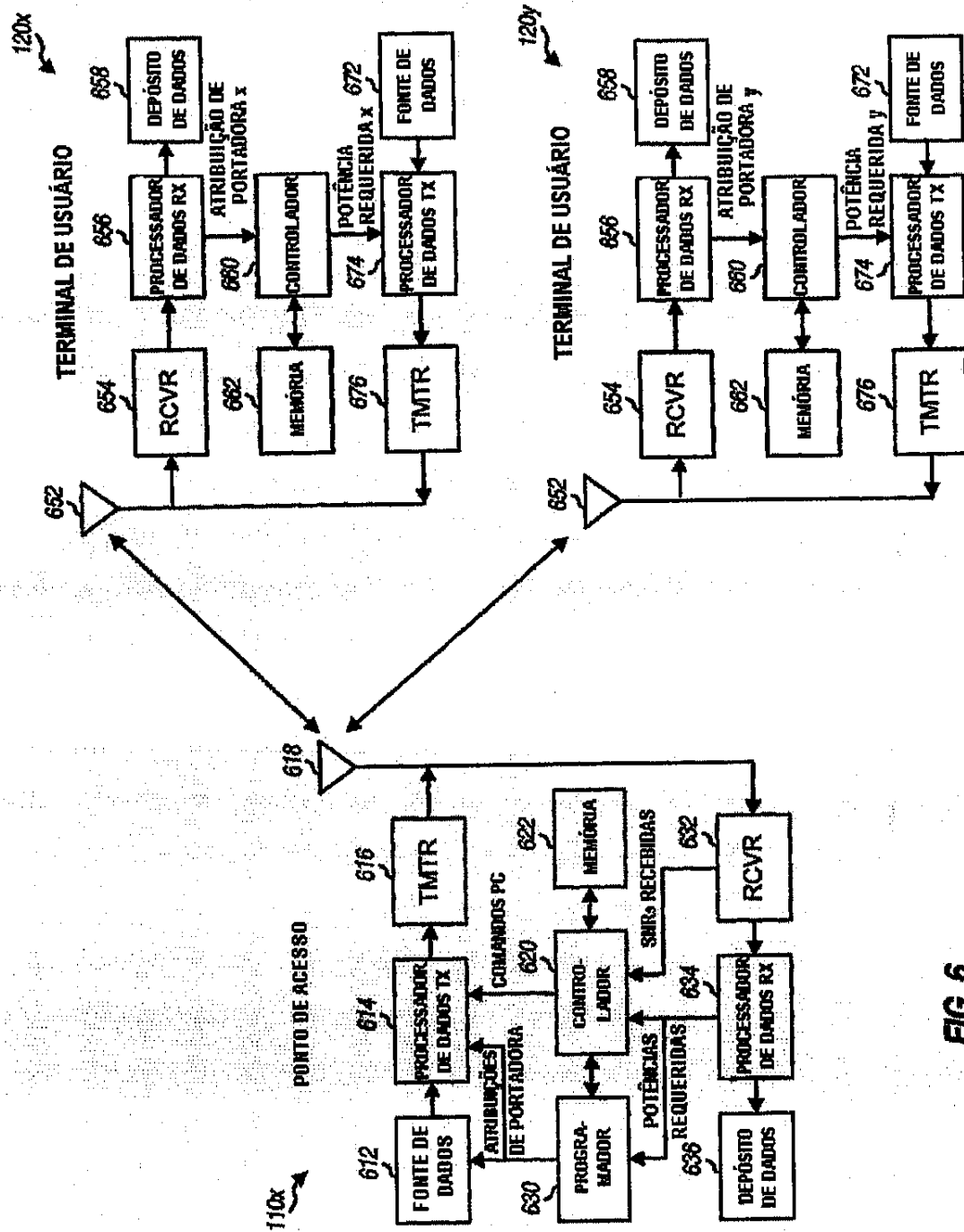


FIG. 6