

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2006.03.15	(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED(1/3) 5775 MOREHOUSE DRIVE SAN DIEGO CA 92121-1714 US
(30) Prioridade(s): 2005.03.15 US 662176 P 2005.06.21 US 158584 2005.12.02 US 293686	(72) Inventor(es): MURAT MESE US ARAK SUTIVONG TH DAVID JONATHAN JULIAN US TINGFANG JI US
(43) Data de publicação do pedido: 2010.12.22	(74) Mandatário: ALBERTO HERMÍNIO MANIQUE CANELAS RUA VÍCTOR CORDON, 14 1249-103 LISBOA PT
(45) Data e BPI da concessão: 2014.09.10 217/2014	

(54) Epígrafe: **CONTROLO DE INTERFERÊNCIA NUM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIOS**

(57) Resumo:

PARA CONTROLO DE INTERFERÊNCIA, UM SETOR M CALCULA A INTERFERÊNCIA OBSERVADA A PARTIR DE TERMINAIS EM SETORES VIZINHOS E OBTÉM UMA ESTIMATIVA DE INTERFERÊNCIA. O SETOR M PODE GERAR UM RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIA DE OUTRO SETOR (OSI) SOBRE O AR (OTA) E/OU UM RELATÓRIO OSI INTERSECTOR (IS) COM BASE NA ESTIMATIVA DE INTERFERÊNCIA. O SETOR M PODE ENVIAR O RELATÓRIO OSI IS PARA OS SETORES VIZINHOS, RECEBER RELATÓRIOS OSI IS DOS SETORES VIZINHOS, E REGULAR AS TRANSMISSÕES DE DADOS PARA TERMINAIS NO SETOR M COM BASE NOS RELATÓRIOS OSI IS RECEBIDOS. SETOR M PODE CONTROLAR AS ADMISSÕES DE TERMINAIS PARA O SETOR M, CANCELAR TERMINAIS ADMITIDOS, AGENDAR TERMINAIS NO SETOR M DE MANEIRA A REDUZIR A INTERFERÊNCIA PARA OS SETORES VIZINHOS, E/OU ATRIBUIR OS TERMINAIS NO SETOR M COM CANAIS DE TRÁFEGO QUE CAUSAM MENOS INTERFERÊNCIA NOS SETORES VIZINHOS.

RESUMO**"CONTROLO DE INTERFERÊNCIA NUM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIOS"**

Para controlo de interferência, um setor m calcula a interferência observada a partir de terminais em setores vizinhos e obtém uma estimativa de interferência. O setor m pode gerar um relatório de interferência de outro setor (OSI) sobre o ar (OTA) e/ou um relatório OSI intersector (IS) com base na estimativa de interferência. O setor m pode enviar o relatório OSI IS para os setores vizinhos, receber relatórios OSI IS dos setores vizinhos, e regular as transmissões de dados para terminais no setor m com base nos relatórios OSI IS recebidos. Setor m pode controlar as admissões de terminais para o setor m , cancelar terminais admitidos, agendar terminais no setor m de maneira a reduzir a interferência para os setores vizinhos, e/ou atribuir os terminais no setor m com canais de tráfego que causam menos interferência nos setores vizinhos.

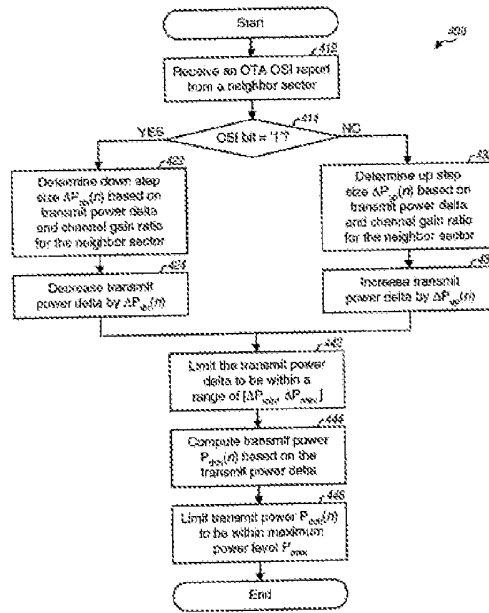


FIG. 4

DESCRIÇÃO**"CONTROLO DE INTERFERÊNCIA NUM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIOS"****ANTECEDENTES****I. Campo**

A presente divulgação diz respeito genericamente à comunicação, e mais especificamente ao controlo da interferência num sistema de comunicação sem fios.

II. Antecedentes

Um sistema de comunicação de acesso múltiplo sem fios pode simultaneamente comunicar com vários terminais nas ligações diretas e inversas. A ligação direta (ou ligação descendente) refere-se à ligação de comunicação das estações de base aos terminais, e a ligação inversa (ou ligação ascendente) refere-se à ligação de comunicação dos terminais para as estações de base. Vários terminais podem simultaneamente transmitir dados na ligação inversa e/ou receber dados na ligação direta. Isto é muitas vezes alcançado multiplexando as transmissões em cada ligação para serem ortogonais umas às outras no domínio do tempo, frequência e/ou código.

Na ligação inversa, as transmissões a partir de terminais comunicando com diferentes estações de base são tipicamente não ortogonais umas às outras. Consequentemente, cada terminal pode causar interferência a outros terminais comunicando com estações de base vizinhas e podem também receber interferência a partir desses outros terminais. O desempenho de cada terminal é degradado pela interferência a partir dos outros terminais comunicando com outras estações de base.

Existe por isso uma necessidade na técnica de técnicas para mitigar a interferência num sistema de comunicação sem fios.

SUMÁRIO

De acordo com a presente invenção, são fornecidos um método e aparelho para controlo de interferência, tal como definido nas reivindicações 1 e 10, respetivamente. Modelos de realização adicionais são reivindicados nas reivindicações em anexo.

São aqui descritas técnicas para controlar a interferência observada por cada setor a partir de setores vizinhos num sistema de comunicação sem fios. Um setor m calcula a interferência observada a partir de terminais nos setores vizinhos e obtém uma estimativa de interferência ou medições relacionadas. Para controlo de interferência com base na rede, o setor m gera um relatório OSI intersector

(IS) com base na estimativa de interferência e envia o relatório OSI IS para os setores vizinhos através de uma ligação física, e.g. um canal de transporte de retorno. Setor m também recebe relatórios OSI IS a partir dos setores vizinhos e regula as transmissões de dados para os terminais no setor m com base nos relatórios OSI IS recebidos. Setor m pode regular as transmissões de dados através de (1) controlo de admissões de novos terminais para o setor m , (2) cancelamento de terminais que já tinham sido admitidos, (3) programação dos terminais no setor m de forma a reduzir a interferência para os setores vizinhos, e/ou (4) atribuição dos terminais no setor m aos canais de tráfego que causam menos interferência aos setores vizinhos.

Vários aspetos e modelos de realização da invenção são descritos mais em pormenor adiante.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As características e natureza da presente invenção irão tornar-se mais evidentes a partir da descrição detalhada a seguir apresentada quando consideradas em conjunto com os desenhos nos quais referências iguais identificam os mesmos elementos de forma correspondente ao longo da apresentação.

FIG. 1 ilustra um sistema de comunicação com estações de base e terminais.

FIG. 2 ilustra um processo realizado por um setor para controlo de interferência.

FIG. 3 ilustra um processo realizado por um terminal para controlo de interferência.

FIG. 4 ilustra um processo para ajustar a energia de transmissão de uma maneira determinística.

FIG. 5 ilustra um processo para ajustar energia de transmissão de uma maneira probabilística.

FIG. 6 ilustra um mecanismo de controlo de energia apropriado para controlo de interferência.

FIG. 7 ilustra um diagrama de blocos de um terminal e duas estações de base.

FIG. 8 ilustra um aparelho apropriado para controlo de interferência.

FIG. 9 ilustra um aparelho apropriado para fornecer controlo de interferência.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A palavra "exemplar" é aqui usada para significar "servir como um exemplo, instância, ou ilustração." Qualquer modelo de realização ou projeto aqui descrito como

"exemplar" não é necessariamente para ser interpretado como preferido ou vantajoso sobre outros modelos de realização ou projetos.

FIG. 1 ilustra um sistema de comunicação sem fios 100 com múltiplas estações de base 110 e múltiplos terminais 120. Uma estação de base é genericamente uma estação fixa que comunica com os terminais e também pode ser denominada um ponto de acesso, um Nó B, ou alguma outra terminologia. Cada estação de base 110 fornece cobertura de comunicação para uma área geográfica particular 102. O termo "célula" pode referir-se a uma estação de base e/ou a sua área de cobertura depende do contexto em que o termo é usado. Para melhorar a capacidade do sistema, a área de cobertura da estação de base pode ser dividida em múltiplas áreas mais pequenas, e.g., três áreas mais pequenas 104a, 104b, e 104c. Cada área mais pequena é servida por um subsistema transmissor de base (BTS) respetivo. O termo "setor" pode referir-se a um BTS e/ou à sua área de cobertura dependendo do contexto em que o termo é usado. Para uma célula setorizada, os BTSs para todos os setores dessa célula são tipicamente co-localizados dentro da estação de base para a célula. Um controlador de sistema 130 liga-se às estações de base 110 e fornece coordenação e controlo para estas estações de base.

Um terminal pode ser fixo ou móvel e também pode ser denominado estação móvel, um dispositivo sem fios, um equipamento do utilizador, ou qualquer outra terminologia.

Cada terminal pode comunicar com zero, uma, ou múltiplas estações de base a qualquer momento.

As técnicas de controlo de interferência aqui descritas podem ser usadas para um sistema com células setorizadas e um sistema com células não setorizadas. Na descrição seguinte, o termo "setor" refere-se a (1) um BTS convencional e/ou à sua área de cobertura para um sistema com células setorizadas e (2) uma estação de base convencional e/ou à sua área de cobertura para um sistema com células não setorizadas. Os termos "terminal" e "utilizador" são usados indiferentemente, e os termos "setor" e "estação de base" são também usados indiferentemente. Uma estação de base/setor servidor é uma estação de base/setor com que um terminal comunica. Uma estação de base/setor vizinho é uma estação de base/setor com que o terminal não está em comunicação.

As técnicas de controlo de interferência também podem ser usadas para vários sistemas de comunicação de acesso múltiplo. Por exemplo, estas técnicas podem ser usadas para um sistema de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), um sistema de acesso múltiplo por divisão de frequência (FDMA), um sistema de acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA), um sistema de acesso múltiplo por divisão de frequência ortogonal (OFDMA), um sistema intercalado (IFDMA), um sistema FDMA localizado (LFDMA), um sistema de acesso múltiplo por divisão espacial (SDMA), um sistema de acesso múltiplo *quasi*-ortogonal, e assim sucessivamente. IFDMA é também denominado FDMA distribuído,

e LFDMA é também denominado FDMA de banda estreita ou FDMA clássico. Um sistema OFDMA utiliza multiplexagem por divisão de frequência ortogonal (OFDM). OFDM, IFDMA, e LFDMA dividem efetivamente a largura de banda do sistema geral em múltiplas (K) sub-bandas de frequência ortogonal. Estas sub-bandas também podem ser denominadas de tons, sub-portadoras, binários, e assim por diante. OFDM transmite símbolos de modulação no domínio de frequência em todas ou num subconjunto das sub-bandas K. IFDMA transmite símbolos de modulação no domínio do tempo em sub-bandas que estão distribuídas uniformemente ao longo das sub-bandas K. LFDMA transmite símbolos de modulação no domínio do tempo e tipicamente nas sub-bandas adjacentes.

Como ilustrado na FIG. 1 cada setor pode receber as transmissões "desejadas" a partir de terminais dentro do setor bem como transmissões de "interferência" a partir de terminais em outros setores. A interferência total observada em cada setor é composta por (1) interferência intersector a partir de terminais dentro do mesmo setor e (2) interferência intersector a partir de terminais em outros setores. A interferência intersector, que também é conhecida como interferência de outro setor (OSI), resulta das transmissões em cada setor não serem ortogonais às transmissões nos outros setores. A interferência intersector e interferência intrasetor têm um grande impacto no desempenho e podem ser mitigadas como descrito adiante.

Interferência intersector pode ser controlada usando vários mecanismos tais como controlo de interferência com base no utilizador e controlo de interferência com base na rede. Para controlo de interferência com base no utilizador, os terminais são informados da interferência intersector observada pelos setores vizinhos e ajustam as suas energias de transmissão concordantemente de tal forma que a interferência intersector seja mantida dentro de níveis aceitáveis. Para controlo de interferência com base na rede, cada setor é informado da interferência intersector observada pelos setores vizinhos e regula as transmissões de dados para os seus terminais de tal forma que a interferência intersector é mantida dentro de níveis aceitáveis. O sistema pode utilizar apenas controlo de interferência com base no utilizador, ou apenas controlo de interferência com base na rede, ou ambos. Os mecanismos de controlo de interferência, e suas combinações, podem ser implementadas de várias maneiras, como descrito adiante.

FIG. 2 ilustra um processo 200 realizado por um setor m para controlo de interferência intersector. O setor m calcula a interferência observada a partir dos terminais em outros setores e obtém uma estimativa de interferência (bloco 210). Adicionalmente, a informação gerada não necessita de ser o cálculo da interferência e pode constituir medições brutas e, ou, limiares obtidos pelo setor m para os terminais de outros setores.

Para controlo de interferência com base no utilizador, o setor m gera um relatório OSI sobre-o-ar (OTA) com base na estimativa de interferência (bloco 212). O relatório OSI OTA transmite a quantidade de interferência intersector observada pelo setor m e pode ser dada de várias formas, como descritas abaixo. Setor m transmite o relatório OSI OTA para os terminais nos setores vizinhos (bloco 214). Estes terminais podem ajustar as suas energias de transmissão com base no relatório OSI OTA do setor m , se necessário, para reduzir a quantidade da interferência intersector observada pelo setor m .

Para controlo de interferência com base na rede, o setor m gera um relatório OSI (IS) intersector com base na estimativa de interferência (bloco 222). O relatório OSI IS e o relatório OSI OTA são dois relatórios de interferência que podem ter formatos iguais ou diferentes. Por exemplo, o relatório OSI IS pode ser o mesmo que o relatório OSI OTA. Em alternativa, o relatório OSI IS pode consistir de informação relacionada com limiares de interferência, medições de interferência, perdas de caminho, energia recebida a partir de terminais do setor m medida noutros setores, e/ou qualquer outra informação que possa ser utilizada para determinar a interferência causada pelos terminais do setor m e o outro setor do relatório OSI IS é recebido. Setor m pode enviar o relatório OSI IS para os setores vizinhos periodicamente ou apenas se setor m observar interferência excessiva (bloco 224). Setor m também recebe relatórios OSI IS a partir dos setores

vizinhos (bloco 226). A taxa à qual os relatórios OSI IS são trocados entre os setores pode ser a mesma ou diferente da taxa à qual os relatórios OSI OTA são difundidos para os terminais. Setor m regula as transmissões de dados para terminais no setor m com base nos relatórios OSI IS recebidos a partir dos setores vizinhos (bloco 228). Os blocos na FIG. 2 são descritos mais adiante em pormenor.

Setor m pode calcular a interferência intersector de várias maneiras. Para um sistema que utiliza multiplexagem ortogonal, um terminal pode transmitir dados ou piloto em cada sub-portadora em cada período de símbolo. Um piloto é uma transmissão de símbolos que são conhecidos *a priori* quer por um transmissor quer por um recetor. Um símbolo de dados é um símbolo de modulação para dados, um símbolo piloto é um símbolo de modulação para piloto, e um símbolo de modulação é um valor complexo para um ponto de uma constelação de sinal, e.g., para M-PSK, M-QAM, e assim por diante.

Setor m pode calcular a interferência de uma dada sub-portadora k num dado período de símbolo n com base num piloto recebido a partir de um terminal u , como se segue:

$$I_m(k,n) = |\hat{H}_{m,u}(k,n) \cdot P_u(k,n) - R_{m,u}(k,n)|^2, \quad \text{Eq (1)}$$

onde $P_u(k,n)$ é um símbolo piloto enviado pelo terminal u na sub-portadora k no período de símbolo n ;

$\hat{H}_{m,u}(k,n)$ é uma estimativa do ganho de canal entre o setor m e o terminal u ;

$R_{m,u}(k,n)$ é um símbolo recebido obtido pelo setor m a partir do terminal u ; e

$I_+(k,n)$ é uma estimativa da interferência observada pelo setor m .

As quantidades na equação (1) são escalares.

O setor m também pode calcular a interferência com base em dados recebidos a partir de terminal u , como se segue:

$$I_m(k,n) = |\hat{H}_{m,u}(k,n) \cdot \hat{D}_{m,u}(k,n) - R_{m,u}(k,n)|^2, \quad \text{Eq (2)}$$

onde $\hat{D}_{m,u}(k,n)$ é uma estimativa de um símbolo de dados transmitido pelo terminal u na sub-portadora k no período de símbolo n . Setor m pode deduzir as estimativas dos símbolos de dados $\hat{D}_{m,u}(k,n)$ (1) realizando detecção de dados nos símbolos recebidos $R_{m,u}(k,n)$ com a estimativa de canal $\hat{H}_{m,u}(k,n)$ para obter símbolos detetados, (2) deduzindo decisões rígidas com base nos símbolos detetados, e (3) usando as decisões rígidas como estimativa do símbolo de dados. Em alternativa, o setor m pode derivar a estimativa do símbolo de dados (1) realizando detecção de dados nos símbolos recebidos, (2) descodificando os símbolos detetados para obter dados descodificados, e (3) re-

codificando e mapeando símbolos dos dados descodificados para obter a estimativa do símbolo de dados.

Setor m também pode realizar canal conjunto e estimativa de interferência para obter quer estimativa da resposta do canal quer estimativa de interferência.

A estimativa de interferência $I_m(k,n)$ obtida a partir da equação (1) ou (2) inclui tanto a interferência intersector como a interferência intrasetor. A interferência intrasetor pode ser mantida dentro de níveis aceitáveis através de controlo de energia, como descrito adiante, e pode então ser insignificante em comparação com a interferência intersector.

Setor m pode calcular a média da estimativa da interferência através dos domínios de frequência, espacial, e/ou de tempo. Por exemplo, setor m pode calcular a média da estimativa de interferência através de múltiplas antenas de receção. Setor m pode calcular a média da estimativa de interferência para todas as sub-bandas usando qualquer um dos seguintes esquemas de cálculo da média:

$$I_m(n) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K I_m(k,n), \quad \text{Eq (3)}$$

$$I_m(n) = \left(\prod_{k=1}^K I_m(k,n) \right)^{1/K}, \quad \text{Eq (4)}$$

e

$$\log\left(1 + \frac{P_{nom}}{I_m(n)}\right) = \frac{1}{K} \cdot \sum_{k=1}^K \log\left(1 + \frac{P_{nom}}{I_m(k,n)}\right), \quad \text{Eq (5)}$$

onde $I_m(n)$ é a energia de interferência média para o setor m em período de símbolo n e P_{nom} indica uma energia nominal recebida para cada sub-portadora. $I_m(k,n)$ e $I_m(n)$ estão em unidades lineares nas equações (3) através de (5). Equação (3) é para média aritmética, equação (4) é para média geométrica, e equação (5) é para média com base em SNR. Com média aritmética, algumas estimativas de interferência alargada podem distorcer a energia de interferência média. Média geométrica e média com base em SNR podem suprimir a estimativa de interferência alargada para um pequeno conjunto de sub-bandas.

Setor m também pode filtrar a energia de interferência média sobre múltiplos períodos de símbolos para melhorar a qualidade da estimativa de interferência. A filtragem pode ser alcançada com um filtro de resposta de impulso finito (FIR), um filtro de resposta de impulsos infinito (IIR), ou algum outro tipo de filtro. Setor m obtém uma interferência $I_{meas,m}$ calculada para cada período de medição, que pode abranger um ou múltiplos períodos de símbolos.

Setor m gera um relatório OSI OTA com base na interferência calculada. Num modelo de realização, a interferência calculada é quantificada para um predeterminado número de *bits*, que estão incluídos no

relatório OSI OTA. Noutro modelo de realização, o relatório OSI OTA inclui um *bit* único que indica quando a interferência calculada é maior que ou menor que um limiar de interferência. Ainda noutro modelo de realização, o relatório OSI OTA inclui múltiplos *bits* que transportam a interferência calculada relativa para múltiplos limiares de interferência. Para maior clareza, a descrição seguinte é para um modelo de realização no qual o relatório OSI OTA transmite a interferência calculada relativa a dois limiares de interferência.

Num modelo de realização, o relatório OSI OTA inclui dois *bits* OSI binários, que são conhecidos por bit OSI 1 e bit OSI 2. Estes *bits* OSI podem ser definidos como se segue:

$$\text{Bit OSI 1} = \begin{cases} '1', & \text{se } I_{\text{mes},m} \geq I_{\text{nom,th}} ; \\ '0', & \text{se } I_{\text{mes},m} < I_{\text{nom,th}} ; \end{cases} \quad \text{Eq (6a)}$$

$$\text{Bit OSI 2} = \begin{cases} '1', & \text{se } I_{\text{mes},m} \geq I_{\text{high,th}} ; \\ '0', & \text{se } I_{\text{mes},m} < I_{\text{high,th}} ; \end{cases} \quad \text{Eq (6b)}$$

onde $I_{\text{nom,th}}$ é um limiar de interferência nominal, $I_{\text{high,th}}$ é um limiar de interferência elevada, e $I_{\text{high,th}} > I_{\text{nom,th}}$. Bit OSI 1 indica quando a interferência calculada está acima ou abaixo do limiar de interferência nominal. Bit OSI 2 indica

se a interferência calculada está acima ou abaixo do limiar de interferência elevada. Para este modelo de realização, setor m é considerado para observar interferência baixa se a interferência calculada estiver abaixo de I_{nom_th} , interferência elevada se a interferência calculada estiver entre I_{nom_th} e I_{high_th} , e interferência excessiva se a interferência calculada for maior do que ou igual a I_{high_th} . Bit OSI 2 pode ser usado para indicar interferência excessiva sendo observada pelo setor.

Noutro modelo de realização, o relatório OSI OTA inclui um valor de OSI único possuindo três níveis. O valor de OSI pode ser definido como se segue:

$$\text{Valor de OSI} = \begin{cases} '2', & \text{se } I_{meas,m} \geq I_{high_th} , \\ '1', & \text{se } I_{high_th} > I_{meas,m} \geq I_{nom_th} , \\ '0', & \text{se } I_{meas,m} < I_{nom_th} . \end{cases} \quad \text{Eq (7)}$$

O valor de OSI de três níveis pode ser transmitido usando uma constelação de sinal possuindo três pontos de sinal. Por exemplo, um valor de OSI de '0' pode ser enviado com um símbolo de $1 + j0$ ou e^{j0} , um valor de OSI de '1' pode ser enviado com um símbolo de $0+j1$ ou $e^{j\pi/2}$, e um valor de OSI de '2' pode ser enviado com um símbolo de $-1 + j0$ ou $e^{j\pi}$.

Em alternativa, setor m pode obter uma interferência sobre térmico (IOT) calculada, que é o rácio

da energia total da interferência observada pelo setor m para a energia de ruído térmica. A energia total da interferência pode ser calculada como descrito anteriormente. A energia de ruído térmica pode ser estimada desligando o transmissor e medindo o ruído no recetor. Um ponto de operação específico pode ser selecionado para o sistema. Um ponto de operação mais elevado permite aos terminais transmitir a níveis de energia mais elevados em média. Contudo, um ponto de operação elevado tem um impacto negativo no custo de ligação e pode ser indesejável. Para uma dada energia de transmissão máxima e uma dada taxa de dados, a perda de caminho máxima tolerável diminui com o aumento de IOT. Um ponto de operação muito elevado é também indesejado uma vez que o sistema pode tornar-se limitado por interferência, que é uma situação em que um aumento da energia de transmissão não se traduz num aumento de SNR recebido. Além disso, um ponto de operação muito elevado aumenta a probabilidade da instabilidade do sistema. Em qualquer caso, o setor m pode definir o seu valor de OSI de três níveis como se segue:

$$\text{Valor de OSI} = \begin{cases} '2', & \text{se } IOT_{\text{meas},m} \geq IOT_{\text{high_th}} \\ '1', & \text{se } IOT_{\text{high_th}} > IOT_{\text{meas},m} \geq IOT_{\text{nom_th}} \\ '0', & \text{se } IOT_{\text{meas},m} < IOT_{\text{nom_th}} \end{cases} \quad \text{Eq (8)}$$

onde $IOT_{\text{nom-th}}$ é um limiar IOT nominal e $IOT_{\text{high-th}}$ é um limiar IOT elevado.

Os bits/valor OSI também podem ser gerados usando histerese para que uma indicação da interferência excessiva não se alterne muito frequentemente. Por exemplo, bit OSI 2 pode ser definido para '1' apenas se a interferência calculada exceder o limiar elevado numa primeira duração de tempo T_{w1} (e.g., 50 milissegundos) e pode ser repostado a '0' apenas se a interferência calculada está abaixo do limiar elevado numa segunda duração de tempo T_{w2} . Como outro exemplo, bit OSI 2 pode ser definido como '1' apenas se a interferência calculada exceder um primeiro limiar elevado I_{high_th1} e pode depois disso ser repostado a '0' apenas se a interferência calculada cair abaixo de um segundo limiar elevado I_{high_th2} , onde $I_{high_th1} > I_{high_th2}$.

Setor m transmite o seu relatório OSI OTA, o qual pode conter os dois *bits* OSI ou o valor de OSI de três níveis, para controlo de interferência com base no utilizador. Setor m pode difundir o relatório OSI OTA de várias maneiras. Num modelo de realização, o setor m transmite o relatório OSI OTA em cada período de medição. Noutro modelo de realização, setor m transmite o bit OSI 1 em cada período de medição e transmite bit OSI 2 apenas se este *bit* está definido a '1'. Setor m também pode difundir relatórios OSI a partir de outros setores para os terminais dentro do setor m para melhor cobertura OSI.

Setor m também envia o seu relatório OSI IS para os setores vizinhos para controlo de interferência com base na rede. O relatório OSI IS pode conter os dois *bits* OSI; o

valor de OSI de três níveis; a interferência calculada quantificada, ou não quantificada, para um pré-determinado número de *bits*; IOT_{nom_th} , IOT_{high_th} , e $IOT_{meas,m}$; I_{nom_th} , I_{high_th} e $I_{meas,m}$; perdas de caminho; energia recebida a partir de terminais do setor m calculados em outros setores; qualquer outra informação; e suas combinações. Setor m pode enviar o relatório OSI IS em cada período de medição, ou apenas se interferência excessiva é observada, ou se qualquer outro critério é satisfeito. Outro setor q também pode requisitar o setor m para enviar o relatório OSI IS se os terminais no setor q indicarem que eles não podem receber os *bits* OSI do setor m . Cada setor usa o relatório OSI IS a partir dos setores vizinhos para controlar transmissões de dados a partir dos terminais no seu setor para mitigar a interferência intersector nos setores vizinhos.

Controlo de interferência com base na rede pode ser alcançado de várias maneiras. Alguns modelos de realização de controlo de interferência com base na rede são descritos abaixo.

Num modelo de realização, setor m agenda terminais no setor com base nos relatórios OSI IS recebidos a partir dos setores vizinhos. Por exemplo, se um ou mais setores vizinhos observam interferência excessiva, então o setor m pode reduzir as energias de transmissão usadas por terminais desfavorecidos no setor m de modo a que estes terminais causem menos interferência a outros setores. Um terminal desfavorecido tem um ganho de canal pequeno (ou uma grande perda de caminho) para o setor servidor e

necessita de transmitir a um nível de energia elevado de forma a alcançar um dado rácio sinal-para-ruído e interferência (SNR) no setor servidor. O terminal desfavorecido está tipicamente localizado mais perto de um setor vizinho, e o nível de energia de transmissão elevado resulta em interferência intersector elevada para este setor vizinho.

Setor m pode identificar terminais desfavorecidos com base em vários indicadores de qualidade tais como ganho de canal, força do piloto, rácio da portadora-ruído (C/N), rácio do ganho de canal, e assim por diante. Estes indicadores de qualidade podem ser estimados com base no piloto e/ou noutras transmissões enviadas pelos terminais. Por exemplo, o ganho de canal estimado para um terminal pode ser comparado com um limiar do ganho de canal, e o terminal pode ser considerado como sendo um terminal desfavorecido se o seu ganho de canal está abaixo do limiar do ganho de canal. Adicionalmente, os terminais desfavorecidos podem ser identificados no relatório OSI IS juntamente com os seus valores calculados, e.g. $IOT_{meas,m}$ ou energia recebida calculada. Além disso, em alguns casos, o relatório OSI IS pode fornecer informação tal como para identificar os terminais sem mais para permitir a utilização das diferentes abordagens descritas adiante.

Setor m pode reduzir as energias de transmissão usadas pelos terminais desfavorecidos (1) baixando um limite de energia de transmissão elevado que é aplicável

aos terminais, (2) baixando um limite de energia de transmissão mais baixo que é aplicável aos terminais, (3) atribuindo aos terminais desfavorecidos taxas de dados mais baixas que necessitam de SNRs mais baixos e conseqüentemente energias de transmissão mais reduzidas, (4) não programando terminais desfavorecidos para transmissão de dados, ou (5) usando qualquer outro método ou combinação de métodos.

Noutro modelo de realização, o setor m utiliza controlo de admissões para mitigar interferência intersector observada pelos setores vizinhos. Por exemplo, se um ou mais setores vizinhos observam interferência excessiva, então setor m pode reduzir o número de terminais ativos no setor (1) negando o acesso a novos terminais pedindo para transmitir na ligação inversa, (2) negando acesso a terminais desfavorecidos, (3) reatribuindo terminais que já tiveram acesso concedido, (4) reatribuindo terminais desfavorecidos, ou (5) usando alguns outros métodos de controlo de admissão. A taxa de reatribuição de terminais também pode ser tornada uma função dos relatórios OSI IS a partir dos setores vizinhos (e.g., os níveis de interferência observada), o número de setores vizinhos a observar interferência excessiva, e/ou outros fatores. Setor m pode assim ajustar o carregamento do setor com base nos relatórios OSI IS a partir dos setores vizinhos.

Ainda noutro modelo de realização, o setor m atribui canais de tráfego aos terminais no setor de maneira

a mitigar a interferência intersector observada pelos setores vizinhos. Por exemplo, cada setor pode ser atribuído um conjunto de canais de tráfego que por sua vez podem ser atribuídos aos terminais no setor. Setores vizinhos também podem partilhar um conjunto comum de canais de tráfego que são ortogonais ao conjunto de canais de tráfego atribuídos a cada setor. Se um ou mais setores vizinhos observam interferência excessiva, então o setor m pode atribuir terminais desfavorecidos no setor m a canais de tráfego no conjunto comum. Estes terminais desfavorecidos não irão então causar interferência aos setores vizinhos uma vez que os canais de tráfego no conjunto comum são ortogonais para os canais de tráfego atribuídos aos setores vizinhos. Como outro exemplo, a cada setor pode ser atribuído um conjunto de canais de tráfego que pode ser atribuído a terminais fortes que podem tolerar níveis elevados de interferência. Se um ou mais setores vizinhos observam interferência excessiva, então o setor m pode atribuir terminais desfavorecidos no setor m aos canais de tráfego atribuídos a terminais fortes nos setores vizinhos.

Uma combinação de uma ou mais das abordagens anteriormente referidas também podem ser utilizadas de forma a proporcionarem flexibilidade ou por outras razões.

Para tornar mais claro, muita da descrição anteriormente referida é para um setor m . Cada setor no

sistema pode realizar controlo de interferência como descrito acima para o setor m .

Controlo de interferência com base no utilizador também pode ser alcançado de várias maneiras. Num modelo de realização, controlo de interferência com base no utilizador é alcançado permitindo aos terminais ajustar autonomamente as suas energias de transmissão com base no relatório OSI OTA recebido a partir dos setores vizinhos.

Deve notar-se que enquanto a FIG. 2, retrata utilizando quer controlo de interferência com base na rede quer controlo de interferência com base no utilizador, apenas uma aproximação pode ser utilizada. Por exemplo, blocos 212 e 214 podem ser omitidos e todo o controlo de interferência pode ser fornecido utilizando apenas controlo de interferência com base na rede, *e.g.* como discutido em relação aos blocos 222-228.

FIG. 3 ilustra um processo 300 realizado por um terminal u para controlo de interferência. Terminal u recebe um relatório OSI OTA a partir de um setor vizinho (bloco 312). Uma determinação é então feita sobre se o setor vizinho observa interferência excessiva, *e.g.*, se o bit OSI 2 é definido a '1' (bloco 314). Se a resposta é 'Sim', então terminal u reduz a sua energia de transmissão com um tamanho do degrau descendente maior e/ou a uma taxa mais rápida (bloco 316). De outro modo, uma determinação é feita sobre se o setor vizinho observa interferência

elevada, e.g., se o bit OSI 1 é definido a '1' e bit OSI 2 é definido a '0' (bloco 318). Se a resposta é 'Sim', então terminal *u* reduz a sua energia de transmissão com um tamanho do degrau descendente nominal e/ou a uma taxa nominal (bloco 320). De outro modo, terminal *u* aumenta a sua energia de transmissão com um tamanho do degrau ascendente nominal e/ou a uma taxa nominal (bloco 322).

FIG. 3 ilustra um modelo de realização em que o relatório OSI OTA transmite a interferência intersector observada pelo setor vizinho num de três níveis possíveis - reduzido, elevado, e excessivo. O processo 300 pode ser estendido para cobrir qualquer número de níveis de interferência. De modo geral, a energia de transmissão para o terminal *u* pode ser (1) reduzida por um degrau descendente que está relacionado com a quantidade de interferência observada pelo setor vizinho (e.g., degrau descendente maior para interferência mais elevadas) quando a interferência calculada está acima de um dado limiar e/ou (2) aumentada através de um degrau ascendente que está inversamente relacionado com a quantidade de interferência observada pelo setor vizinho (e.g., degrau ascendente maior para interferência mais baixa) quando a interferência calculada está abaixo do dado limiar. O tamanho do degrau e/ou a taxa de ajustamento também pode ser determinada com base noutros parâmetros tais como, por exemplo, a nível de energia de transmissão atual para o terminal, o ganho de canal para o setor vizinho relativamente ao ganho de canal

para o setor servidor, relatórios OSI OTA anteriores, e assim por diante.

Terminal u pode ajustar a sua energia de transmissão com base no relatório OSI OTA a partir de um ou múltiplos setores vizinhos. Terminal u pode calcular o ganho de canal para cada setor com base num piloto recebido a partir do setor. Terminal u pode então derivar um rácio do ganho de canal para cada setor vizinho como se segue:

$$r_i(n) = \frac{g_{ns,i}(n)}{g_{ss}(n)}, \quad \text{Eq (9)}$$

onde $g_{ns,i}(n)$ é o ganho de canal entre terminal u e setor vizinho i ;

$g_{ss}(n)$ é o ganho de canal entre terminal u e o setor servidor; e

$r_i(n)$ é o rácio do ganho de canal para o setor vizinho i .

Num modelo de realização, terminal u identifica o setor vizinho mais forte com o maior rácio do ganho de canal. Terminal u ajusta então a sua energia de transmissão com base no relatório OSI OTA apenas a partir deste setor vizinho mais forte. Noutro modelo de realização, o terminal u ajusta a sua energia de transmissão com base nos relatórios OSI OTA de todos os setores num conjunto OSI. Este conjunto OSI pode conter (1) setores vizinhos mais fortes T , onde $T \geq 1$, (2) setores vizinhos com rácios de ganho de canal excedendo o limiar do rácio do ganho de

canal, (3) setores vizinhos com ganhos de canal excedendo um limiar do ganho de canal, (4) setores vizinhos incluídos numa lista de vizinhos difundida pelo setor servidor, ou (5) qualquer outro grupo de setores vizinhos. Terminal u pode ajustar a sua energia de transmissão de várias maneiras com base no relatório OSI OTA a partir de múltiplos setores vizinhos no conjunto OSI. Por exemplo, terminal u pode decrescer a sua energia de transmissão se qualquer setor vizinho no conjunto OSI observar interferência elevada ou excessiva. Como outro exemplo, terminal u pode determinar um ajustamento da energia de transmissão para cada setor vizinho no conjunto OSI e pode então combinar os ajustamentos para todos os setores vizinhos no conjunto OSI para obter um ajustamento da energia de transmissão geral.

De modo geral, ajustamento da energia de transmissão para controlo de interferência pode ser realizado em conjunção com vários esquemas de controlo de energia. Para clarificar, um esquema de controlo de energia específico é descrito mais adiante. Para este esquema de controlo de energia, a energia de transmissão para um canal de tráfego atribuído ao terminal u pode ser expresso como:

$$P_{\text{dch}}(n) = P_{\text{ref}}(n) + \Delta P(n) , \quad \text{Eq (10)}$$

onde $P_{\text{dch}}(n)$ é a energia de transmissão para o canal de tráfego para atualização de intervalo n ;

$P_{\text{ref}}(n)$ é um nível de energia de referência para atualização de intervalo n ; e

$\Delta P(n)$ é uma energia de transmissão delta para atualização de intervalo n .

Os níveis de transmissão de energia $P_{\text{dch}}(n)$ e $P_{\text{ref}}(n)$ e a energia de transmissão delta $\Delta P(n)$ são dadas em unidades de decibéis (dB).

O nível de energia de referência $P_{\text{ref}}(n)$ é a quantidade de energia de transmissão necessária para alcançar um SNR alvo para uma transmissão designada, que pode ser sinalização enviada pelo terminal u num canal de controlo ou alguma outra transmissão. O nível de energia de referência e o SNR alvo podem ser ajustados para alcançar um nível de desempenho desejado para a transmissão designada, e.g., 1% de taxa de erro do pacote (PER). Se a transmissão de dados no canal de tráfego e a transmissão designada observam ruído similar e características de interferência, então o SNR recebido para a transmissão de dados, $\text{SNR}_{\text{dch}}(n)$, pode ser estimado como:

$$\text{SNR}_{\text{dch}}(n) = \text{SNR}_{\text{target}} + \Delta P(n) . \quad \text{Eq (11)}$$

A energia de transmissão delta $\Delta P(n)$ pode ser ajustada de uma maneira determinística, de uma maneira probabilística, ou de alguma outra maneira com base nos relatórios OSI OTA a partir dos setores vizinhos. A energia de transmissão pode ser ajustada (1) por quantidades

diferentes para níveis de interferência diferentes usando ajustamento determinístico ou (2) a taxas diferentes para níveis de interferência diferentes usando ajustamento probabilístico. Exemplos de esquemas de ajustamento de energia de transmissão determinísticos e probabilísticos são descritos abaixo. Para simplificar, a descrição seguinte refere-se a ajustamento da energia de transmissão para um bit OSI recebido a partir de um setor vizinho. Este bit OSI pode ser bit OSI 1 ou 2.

FIG. 4 ilustra um processo 400 para ajustar a energia de transmissão de terminal u de uma maneira determinística. Inicialmente, terminal u processa um relatório OSI OTA a partir de um setor vizinho (bloco 412) e determina se o bit OSI é '1' ou '0' (bloco 414). Se o bit OSI é '1', o que indica que a interferência observada excede um limiar de interferência, então o terminal u determina a quantidade de redução da energia de transmissão, ou um tamanho do degrau descendente do tamanho $\Delta P_{dn}(n)$ (bloco 422). $\Delta P_{dn}(n)$ pode ser determinado com base na energia de transmissão delta para o intervalo de atualização anterior, $\Delta P(n-1)$, e um rácio do ganho de canal para o setor vizinho, $r_{ns}(n)$. Terminal u diminui então a energia de transmissão delta através de $\Delta P_{dn}(n)$ (bloco 424). Por outro lado, se o bit OSI é '0', então terminal u determina a quantidade de aumento em energia de transmissão, ou um degrau ascendente do tamanho $\Delta P_{up}(n)$ (bloco 432). $\Delta P_{up}(n)$ também pode ser determinado com base em $\Delta P(n-1)$ e $r_{ns}(n)$. Terminal u aumenta então a energia de

transmissão delta através de $\Delta P_{up}(n)$ (bloco 434). Os ajustamentos de energia de transmissão em blocos 424 e 434 podem ser expressos como:

$$\Delta P(n) = \begin{cases} \Delta P(n-1) + \Delta P_{up}(n), & \text{se OSI bit} = '0', \\ \Delta P(n-1) - \Delta P_{dn}(n), & \text{se OSI bit} = '1'. \end{cases} \quad \text{Eq (12)}$$

Depois de blocos 424 e 434, terminal u limita a energia de transmissão delta $\Delta P(n)$ para estar dentro de um intervalo de energia de transmissão deltas permitido (bloco 442), como se segue:

$$\Delta P(n) \in [\Delta P_{min}, \Delta P_{max}], \quad \text{Eq (13)}$$

onde ΔP_{min} é a energia de transmissão delta mínima permitida para o canal de tráfego, e ΔP_{max} é a energia de transmissão delta máxima permitida para o canal de tráfego. Restringir a energia de transmissão deltas para todos os terminais num setor dentro de um intervalo de energia de transmissão deltas, como mostra a equação (13), pode manter a interferência intrasetor dentro de níveis aceitáveis. A energia de transmissão delta mínima ΔP_{min} pode ser ajustada por um ciclo de controlo para garantir que cada terminal pode encontrar os requisitos para uma classe de qualidade de serviço (QoS) à qual o terminal pertence. ΔP_{min} para diferentes classes QoS pode ser ajustada a taxas diferentes e/ou com diferentes tamanhos dos degraus.

Terminal u calcula então a energia de transmissão $P_{\text{dch}}(n)$ para o canal de tráfego com base na energia de transmissão delta $\Delta P(n)$ e o nível de energia de referência $P_{\text{ref}}(n)$, como ilustrado na equação (10) (bloco 444). Terminal u pode limitar a energia de transmissão $P_{\text{dch}}(n)$ para estar dentro do nível de energia máximo P_{max} (bloco 446), como se segue:

$$P_{\text{dch}}(n) = \begin{cases} P_{\text{dch}}(n), & \text{se } P_{\text{dch}}(n) \leq P_{\text{max}}, \\ P_{\text{max}}, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad \text{Eq (14)}$$

Terminal u usa a energia de transmissão $P_{\text{dch}}(n)$ para transmissão de dados no canal de tráfego.

Num modelo de realização, os tamanhos dos degraus $\Delta P_{\text{dn}}(n)$ e $\Delta P_{\text{up}}(n)$ são calculados como:

$$\Delta P_{\text{dn}}(n) = f_{\text{dn}}(\Delta P_{\text{dn},\text{min}}, \Delta P(n-1), r_{\text{ns}}(n), k_{\text{dn}}), \quad \text{e} \quad \text{Eq (15a)}$$

$$\Delta P_{\text{up}}(n) = f_{\text{up}}(\Delta P_{\text{up},\text{min}}, \Delta P(n-1), r_{\text{ns}}(n), k_{\text{up}}), \quad \text{Eq (15b)}$$

onde $\Delta P_{\text{dn},\text{min}}$ e $\Delta P_{\text{up},\text{min}}$ são valores mínimos para $\Delta P_{\text{dn}}(n)$ e $\Delta P_{\text{up}}(n)$, respetivamente;
 k_{dn} e k_{up} são fatores de escala para $\Delta P_{\text{dn}}(n)$ e $\Delta P_{\text{up}}(n)$, respetivamente; e

$f_{dn}()$ e $f_{up}()$ são funções para calcular $\Delta P_{dn}(n)$ e $\Delta P_{up}(n)$, respectivamente.

Função $f_{dn}()$ pode ser definida de tal como $\Delta P_{dn}(n)$ está relacionado quer com $\Delta P(n-1)$ quer com $r_{ns}(n)$. Se um setor vizinho observa interferência elevada ou excessiva, então (1) um ganho maior de canal para o setor vizinho resulta numa $\Delta P_{dn}(n)$ maior e (2) um valor maior de $\Delta P(n-1)$ resulta numa $\Delta P_{dn}(n)$ maior. Função $f_{up}()$ pode ser definida tal como $\Delta P_{up}(n)$ é inversamente proporcional quer a $\Delta P(n-1)$ quer a $r_{ns}(n)$. Se o setor vizinho observa interferência baixa, então (1) um ganho maior de canal para o setor vizinho resulta numa $\Delta P_{up}(n)$ mais pequena e (2) um valor maior de $\Delta P(n-1)$ resulta numa $\Delta P_{up}(n)$ mais pequena.

FIG. 4 ilustra o processo para um bit OSI a partir de um setor vizinho. Um valor maior pode ser usado para $\Delta P_{dn}(n)$ quando o setor vizinho observa interferência excessiva. Um valor mais pequeno pode ser usado para $\Delta P_{dn}(n)$ quando o setor vizinho observa interferência elevada. Diferentes tamanhos dos degraus descendentes podem ser obtidos, e.g., usando diferentes fatores de escala k_{dn1} e k_{dn2} para interferência elevada e excessiva, respectivamente.

FIG. 5 ilustra um processo 500 para ajustar a energia de transmissão do terminal u de uma maneira probabilística. Inicialmente, terminal u processa um relatório OSI OTA a partir de um setor vizinho (bloco 512)

e determina se o bit OSI é '1' ou '0' (bloco 514). Se o bit OSI é '1', então terminal u determina a probabilidade para decrescer a energia de transmissão, $Pr_{dn}(n)$, e.g., com base em $\Delta P(n-1)$ e $r_{ns}(n)$ (bloco 522). Terminal u seleciona então aleatoriamente um valor x entre 0,0 e 1,0, onde x é uma variável aleatória distribuída uniformemente entre 0,0 e 1,0 (bloco 524). Se x é menor do que ou igual a $Pr_{dn}(n)$, como determinado no bloco 526, então terminal u diminui a sua energia de transmissão delta através de ΔP_{dn} (bloco 528). De outro modo, se x é maior do que $Pr_{dn}(n)$, então o terminal u mantém a energia de transmissão delta no nível atual (bloco 530).

Se o bit OSI é '0' no bloco 514, então o terminal u determina a probabilidade para aumentar a energia de transmissão, $Pr_{up}(n)$, e.g., com base em $\Delta P(n-1)$ e $r_{ns}(n)$ (bloco 532). Terminal u seleciona então aleatoriamente um valor x entre 0,0 e 1,0 (bloco 534). Se x é menor do que ou igual a $Pr_{up}(n)$, como determinado no bloco 536, então o terminal u aumenta a sua energia de transmissão delta através de ΔP_{up} (bloco 538). De outro modo, se x é maior do que $Pr_{up}(n)$, então terminal u mantém a energia de transmissão delta no nível atual (bloco 530). Os ajustamentos de energia de transmissão nos blocos 528, 530, e 538 podem ser expressos como:

$$\Delta P(n) = \begin{cases} \Delta P(n-1) - \Delta P_{dn}, & \text{se OSI bit='1' AND } x \leq Pr_{dn}(n), \\ \Delta P(n-1) + \Delta P_{up}, & \text{se OSI bit='0' AND } x \leq Pr_{up}(n), \\ \Delta P(n-1), & \text{caso contrário} \end{cases} \quad \text{Eq (16)}$$

ΔP_{dn} e ΔP_{up} podem ter o mesmo valor (e.g., 0,25 dB, 0,5 dB, 1,0 dB, e assim por diante) ou podem ter valores diferentes.

Depois dos blocos 528, 530, e 538, terminal u limita a energia de transmissão delta, como ilustrado na equação (13) (bloco 542). Terminal u calcula então a energia de transmissão $P_{dch}(n)$ com base na energia de transmissão delta $\Delta P(n)$ e o nível de energia de referência $P_{ref}(n)$, como ilustrado na equação (10) (bloco 544), e limita ainda a energia de transmissão $P_{dch}(n)$ para estar dentro do nível de energia máximo, como ilustrado na equação (14) (bloco 546). Terminal u usa a energia de transmissão $P_{dch}(n)$ para transmissão de dados no canal de tráfego.

Num modelo de realização, as probabilidades são calculadas como se segue:

$$Pr_{dn}(n) = f'_{dn}(Pr_{dn, min}, \Delta P(n-1), r_{ns}(n), k_{dn}), \quad \text{Eq (17a)}$$

e

$$Pr_{up}(n) = f'_{up}(Pr_{up, min}, \Delta P(n-1), r_{ns}(n), k_{up}), \quad \text{Eq (17b)}$$

onde $Pr_{dn,min}$ e $Pr_{up,min}$ são valores mínimos para $Pr_{dn}(n)$ e $Pr_{up}(n)$, respectivamente; e $f'_{dn}()$ e $f'_{up}()$ são funções para calcular $Pr_{dn}(n)$ e $Pr_{up}(n)$, respectivamente.

Função $f'_{dn}()$ pode ser definida tal como $Pr_{dn}(n)$ está relacionado quer com $\Delta P(n-1)$ quer com $r_{ns}(n)$. Se um setor vizinho observar interferência elevada ou excessiva, então (1) um ganho maior de canal para o setor vizinho resulta num $Pr_{dn}(n)$ maior e (2) um valor maior de $\Delta P(n-1)$ resulta num $Pr_{dn}(n)$ maior. O $Pr_{dn}(n)$ maior resulta numa probabilidade maior de reduzir a energia de transmissão. Função $f'_{up}()$ pode ser definida tal como $Pr_{up}(n)$ é inversamente proporcional quer a $\Delta P(n-1)$ quer a $r_{ns}(n)$. Se o setor vizinho observa interferência baixa, então (1) um ganho maior de canal para o setor vizinho resulta num $Pr_{up}(n)$ menor e (2) um valor maior de $\Delta P(n-1)$ resulta num $Pr_{up}(n)$ menor. O $Pr_{up}(n)$ mais pequeno resulta numa probabilidade menor de aumentar a energia de transmissão.

FIG. 5 ilustra o processo para um bit OSI a partir de um setor vizinho. Um valor maior pode ser usado para $Pr_{dn}(n)$ quando o setor vizinho observa interferência excessiva. Um valor menor pode ser usado para $Pr_{dn}(n)$ quando o setor vizinho observa interferência elevada. Diferentes probabilidades baixas e conseqüentemente taxas diferentes de ajustamento de energia podem ser obtidas, e.g., utilizando diferentes fatores de escala k_{dn1} e k_{dn2} para interferência elevada e excessiva, respectivamente.

De modo geral, várias funções podem ser usadas para calcular o tamanho dos degraus de $\Delta P_{dn}(n)$ e $\Delta P_{up}(n)$ e as probabilidades de $Pr_{dn}(n)$ e $Pr_{up}(n)$. Uma função pode ser definida com base em vários parâmetros tais como a energia de transmissão atual, a energia de transmissão delta atual, o relatório OSI OTA atual, os relatórios OSI OTA anteriores, os ganhos de canal, e assim por diante. Cada função pode ter um impacto diferente em várias características do controle de energia tais como a taxa de convergência do ajustamento da energia de transmissão e a distribuição das energias de transmissão deltas para os terminais no sistema. O tamanho dos degraus e probabilidades também podem ser determinados com base em tabelas de consulta ou por alguns outros meios.

O ajustamento da energia de transmissão e/ou o controle de admissões descritos anteriormente também podem ser realizados com base na classe de QoS, classe de prioridade do utilizador, e assim por diante. Por exemplo, um terminal a usar um serviço de emergência e um terminal de polícia pode ter prioridade mais elevada e pode ser capaz de ajustar a energia de transmissão a uma taxa mais rápida e/ou com tamanho dos degraus maior do que um utilizador de prioridade normal. Como outro exemplo, um terminal a enviar tráfego de voz pode ajustar a energia de transmissão a uma taxa mais lenta e/ou com tamanho dos degraus mais pequenos.

Terminal u pode também variar a maneira como a

energia de transmissão é ajustada com base nos relatórios OSI OTA recebidos anteriormente dos setores vizinhos. Por exemplo, o terminal u pode reduzir a sua energia de transmissão através de um tamanho do degrau descendente específico e/ou a uma taxa específica se um setor vizinho reportar interferência excessiva e pode reduzir a energia de transmissão através de um tamanho do degrau descendente maior e/ou a uma taxa mais rápida se o setor vizinho continuar a reportar interferência excessiva. Em alternativa ou adicionalmente, terminal u pode ignorar o ΔP_{\min} na equação (13) se um setor vizinho reporta interferência excessiva, ou se o setor vizinho continua a reportar interferência excessiva.

Vários modelos de realização de controlo de energia para mitigar a interferência intersector foram anteriormente descritos. Interferência e controlo de energia também podem ser realizados de outras maneiras, e isto encontra-se dentro do âmbito da invenção.

Num modelo de realização, cada setor difunde o seu relatório OSI OTA para os terminais nos setores vizinhos, como descrito anteriormente. O relatório OSI OTA pode ser difundido com energia de transmissão suficiente para alcançar a cobertura desejada nos setores vizinhos. Cada terminal pode receber os relatórios OSI OTA a partir dos setores vizinhos e processa estes relatórios OSI OTA de maneira a alcançar uma taxa da falha de deteção suficientemente reduzida e uma probabilidade de falso alarme suficientemente baixa. Falha de deteção refere-se a

uma falha na detecção de um bit OSI ou de valor que foi transmitido. Falso alarme refere-se a uma detecção errónea de um bit ou valor OSI recebidos. Por exemplo, se um bit OSI é transmitido usando BPSK, então um terminal pode declarar um bit OSI recebido como sendo (1) um '0' se o bit OSI detetado está abaixo de um primeiro limiar, $\text{bit OSI} < -B_{th}$, (2) um '1' se o bit OSI detetado exceder um segundo limiar, $\text{bit OSI} > +B_{th}$, e (3) um *bit* nulo de outro modo, $+B_{th} \geq \text{bit OSI} \geq -B_{th}$. O terminal pode tipicamente compensar a taxa de falha de detecção com a probabilidade de falso alarme ajustando os limiares usados para detecção.

Noutro modelo de realização, cada setor também difunde relatórios OSI OTA gerados pelos setores vizinhos para os terminais dentro do seu setor. Deste modo cada setor representa uma *proxy* para setores vizinhos. Este modelo de realização pode garantir que cada terminal pode receber de maneira confiável os relatórios OSI OTA gerados pelos setores vizinhos uma vez que o terminal pode receber estes relatórios OSI OTA a partir do setor servidor. Este modelo de realização está bem adequado para um desenvolvimento de rede assimétrica em que os tamanhos de cobertura do setor não são iguais. Setores mais pequenos tipicamente transmitem em níveis de energia mais baixos, e os relatórios OSI OTA difundidos por estes setores mais pequenos podem não ser recebidos com confiança pelos terminais nos setores vizinhos. Os setores mais pequenos irão então beneficiar de ter os seus relatórios OSI OTA difundidos pelos setores vizinhos.

De um modo geral, um dado setor m pode difundir relatórios OSI OTA gerados por qualquer número e por qualquer um dos outros setores. Num modelo de realização, setor m difunde relatórios OSI OTA gerados por setores de uma lista de vizinhos para setor m . A lista de vizinhos pode ser formada por um operador de rede ou de qualquer outra maneira. Noutro modelo de realização, setor m difunde relatórios OSI OTA gerados por todos os setores que estão incluídos nos conjuntos ativos dos terminais no setor m . Cada terminal pode manter um conjunto ativo que inclui todos os setores com que o terminal está em comunicação. Setores podem ser adicionados a ou removidos do conjunto ativo à medida que o terminal é passado de uns setores para os outros. Ainda num outro modelo de realização, o setor m difunde os relatórios OSI OTA gerados por todos os setores que estão incluídos nos conjuntos candidatos dos terminais no setor m . Cada terminal pode manter um conjunto candidato que inclui todos os setores com os quais o terminal pode comunicar. Os setores podem ser adicionados ou removidos do conjunto candidato, *e.g.*, com base no ganho de canal e/ou algum outro parâmetro. Ainda noutro modelo de realização, setor m difunde relatórios OSI OTA gerados por todos os setores que estão incluídos nos conjuntos OSI dos terminais no setor m . O conjunto OSI para cada terminal pode ser definido como descrito anteriormente.

Como foi referido anteriormente, o sistema pode utilizar apenas controlo de interferência com base no utilizador ou apenas controlo de interferência com base na

rede. Controle de interferência com base no utilizador pode ser mais simples de implementar uma vez que cada setor e cada terminal podem atuar autonomamente. Controle de interferência com base na rede pode fornecer desempenho melhorado uma vez que o controle de interferência é realizado de forma coordenada. O sistema também pode utilizar controle de interferência quer com base no utilizador quer com base na rede ao mesmo tempo. O sistema também pode utilizar sempre o controle de interferência com base no utilizador e pode invocar controle de interferência com base na rede apenas quando é observada interferência excessiva. O sistema também pode invocar cada tipo de controle de interferência para diferentes condições de operação.

FIG. 6 ilustra um mecanismo de controle de energia 600 que pode ser usado para ajustar a energia de transmissão para um terminal 120x no sistema 100. Terminal 120x comunica com um setor servidor 110x e pode causar interferência para setores vizinhos 110a através de 1101. Mecanismo de controle de energia 600 inclui (1) um ciclo de referência 610 que opera entre o terminal 120x e setor servidor 110x e (2) um segundo ciclo 620 que opera entre o terminal 120x e setores vizinhos 110a através de 1101. Ciclo de referência 610 e segundo ciclo 620 podem atuar simultaneamente mas podem ser atualizados a taxas diferentes, sendo o ciclo de referência 610 um ciclo mais rápido do que o segundo ciclo 620. Para simplificar, FIG. 6

ilustra apenas a porção dos ciclos 610 e 620 que residem no terminal 120x.

Ciclo de referência 610 ajusta o nível de energia de referência $P_{ref}(n)$ de tal modo que o SNR recebido para a transmissão designada, como medido no setor servidor 110x, está tão próximo quanto possível do SNR alvo. Para o ciclo de referência 610, setor servidor 110x estima o SNR recebido para a transmissão designada, compara o SNR recebido com o SNR alvo, e gera comandos de controlo de energia de transmissão (TPC) com base nos resultados de comparação. Cada comando TPC pode ser tanto (1) um comando UP para conduzir um aumento no nível de energia de referência como (2) um comando DOWN para conduzir um decréscimo no nível de energia de referência. O setor servidor 110x transmite os comandos TPC na ligação direta (nuvem 670) para o terminal 120x.

No terminal 120x, um processador do comando TPC 642 deteta os comandos TPC transmitidos pelo setor servidor 110x e fornece decisões TPC. Cada decisão TPC pode ser uma decisão UP se um comando TPC recebido é considerado como sendo um comando UP ou uma decisão DOWN se o comando TPC recebido é considerado como sendo um comando DOWN. Uma unidade de ajustamento de energia de referência 644 ajusta o nível de energia de referência com base nas decisões TPC. Unidade 644 pode aumentar $P_{ref}(n)$ por um degrau ascendente para cada decisão UP e decrescer $P_{ref}(n)$ por um degrau descendente para cada decisão DOWN. Um processador de dados

de transmissão (TX) 660 escala a transmissão designada para alcançar o nível de energia de referência. O terminal 120x envia a transmissão designada para o setor servidor 110x.

Devido à perda de caminho, desvanecimento, e efeitos multicaminho na ligação inversa (nuvem 640), a qual tipicamente varia ao longo do tempo e especialmente para um terminal móvel, o SNR recebido para a transmissão designada flutua continuamente. Ciclo de referência 610 tenta manter o SNR recebido para a transmissão designada no ou perto do SNR alvo na presença de alterações nas condições do canal da ligação inversa.

Segundo ciclo 620 ajusta a energia de transmissão $P_{d_{ch}}(n)$ para um canal de tráfego atribuído ao terminal 120x de tal modo que um nível de energia que é o mais elevado possível é usado para o canal de tráfego enquanto mantém a interferência intersector dentro de níveis aceitáveis. Para o segundo ciclo 620, cada setor vizinho 110 recebe transmissões na ligação inversa, estima a interferência intersector observada pelo setor vizinho a partir dos terminais noutros setores, gera um relatório OSI OTA com base na estimativa de interferência, e difunde o relatório OSI OTA para os terminais nos outros setores.

No terminal 120x, um processador de relatórios OSI 652 recebe os relatórios OSI OTA difundidos pelos setores vizinhos e fornece relatórios OSI detetados a uma unidade de computação de energia de transmissão delta 656.

Um estimador de canal 654 recebe pilotos a partir dos setores servidores e vizinhos, estima o ganho de canal para cada setor, e fornece os ganhos de canal estimados para todos os setores à unidade 656. Unidade 656 determina os rácios do ganho de canal para os setores vizinhos e ajusta ainda a energia de transmissão delta $\Delta P(n)$ com base nos relatórios OSI detetados e nos rácios de ganho de canal, como descrito anteriormente. Unidade 656 pode implementar processos 300, 400 e/ou 500 ilustrados nas FIGS. 3 a 5. Uma unidade de computao de energia de transmissão 658 calcula a energia de transmissão $P_{dch}(n)$ com base no nível de transmissão de referência $P_{ref}(n)$ a partir da unidade 644, a energia de transmissão delta $\Delta P(n)$ a partir da unidade 656, e possivelmente outros fatores. Processador de dados TX 660 usa a energia de transmissão $P_{dch}(n)$ para transmissão de dados para o setor servidor 110x.

FIG. 6 ilustra um exemplar de mecanismo de controlo de energia que pode ser usado para controlo de interferência. Controlo de interferência também pode ser realizado de outras maneiras e/ou com parâmetros diferentes dos descritos anteriormente.

FIG. 7 ilustra um diagrama de blocos de um modelo de realizao do terminal 120x, estao de base servidor 110x, e estao de base vizinha 110y. Para clarificar, a descrio que se segue assume o uso do mecanismo de controlo de energia 600 ilustrado na FIG. 6.

Na ligação inversa, no terminal 120x, um processador de dados TX 710 codifica, intercala, e símbolo mapeia tráfego de dados da ligação inversa (RL) e dados de controlo e fornece símbolos de dados. Um modulador (Mod) 712 mapeia os símbolos de dados e símbolos de piloto nas sub-bandas adequadas e períodos de símbolo, executa modulação OFDM se aplicável, e fornece uma sequência de *chips* de valor complexo. Uma unidade de transmissor (TMTR) 714 condiciona (*e.g.*, converte para analógico, amplifica, filtra, e converte uma frequência mais alta) a sequência de *chips* e gera um sinal da ligação inversa, que é transmitido através de uma antena 716.

Na estação de base servidor 110x, múltiplas antenas 752xa através de 752xt recebem os sinais da ligação inversa a partir do terminal 120x e outros terminais. Cada antena 752x fornece um sinal recebido para uma unidade recetora respetiva (RCVR) 754x. Cada unidade recetora 754x condiciona (*e.g.*, filtra, amplifica, converte para uma frequência mais baixa e digitaliza) o seu sinal recebido, executa desmodulação OFDM se aplicável, e fornece símbolos recebidos. Um processador espacial RX 758 executa processo espacial recetor nos símbolos recebidos a partir de todas as unidades recetoras e fornece estimativas do símbolo de dados, que são estimativas dos símbolos de dados transmitidos. Um processador de dados RX 760x desmapeia, desintercala, e descodifica as estimativas do símbolo de dados e fornece dados descodificados para o terminal 120x e

outros terminais atualmente servidos pela estação de base 110x.

O processo para uma transmissão de ligação direta pode ser realizado de forma similar ao descrito anteriormente para a ligação inversa. O processo para as transmissões nas ligações diretas e inversas é tipicamente especificado pelo sistema.

Para interferência e controlo de energia, na estação de base servidor 110x, processador espacial RX 758x estima o SNR recebido para o terminal 120x, estima a interferência intersector observada pela estação de base 110x, e fornece uma estimativa SNR para o terminal 110x e uma estimativa de interferência (e.g., a interferência medida $I_{meas,m}$) para um controlador 770x. Controlador 770x gera comandos TPC para o terminal 120x com base na estimativa SNR para o terminal e o SNR alvo. Controlador 770x pode gerar um relatório OSI OTA e/ou um relatório OSI IS com base na estimativa de interferência. O controlador 770x também pode receber relatórios OSI IS a partir de setores vizinhos através de uma unidade de comunicação (Comm) 774x. Os comandos TPC, o relatório OSI OTA para estação de base 110x, e possivelmente relatórios OSI OTA para outros setores são processados por um processador de dados TX 782x e um processador espacial TX 784x, condicionado por unidades do transmissor 754xa através de 754xt, e transmitidos através de antenas 752xa através de 752xt. O relatório OSI IS da estação de base 110x pode ser

enviado para os setores vizinhos através da unidade de comunicação 774x, e.g. através de um canal de transporte de retorno ou outra ligação de comunicação com fios.

Na estação de base vizinha 110y, um processador espacial RX 758y estima a interferência intersector observada pela estação de base 110y e fornece uma estimativa de interferência para o controlador 770y. Controlador 770y pode gerar um relatório OSI OTA e/ou um relatório OSI IS com base na estimativa de interferência. O relatório OSI OTA é processado e difunde para os terminais no sistema. O relatório OSI IS pode ser enviado para os setores vizinhos através de uma unidade de comunicação 774y.

No terminal 120x, antena 716 recebe os sinais da ligação direta a partir das estações de base base servidor e vizinhas e fornece um sinal recebido para uma unidade recetora 714. O sinal recebido é condicionado e digitalizado pela unidade recetora 714 e adicionalmente processado por um desmodulador (Demod) 742 e um processador de dados RX 744. Processador 744 fornece os comandos TPC enviados pela estação de base base servidor 110x para o terminal 120x e difunde os relatórios OSI OTA pelas estações de base vizinhas. Um estimador de canal dentro do desmodulador 742 estima o ganho de canal para cada estação de base. Controlador 720 deteta os comandos TPC recebidos e atualiza o nível de energia de referência com base nas decisões TPC. Controlador 720 também ajusta a energia de

transmissão para o canal de tráfego com base nos relatórios OSI OTA recebidos a partir das estações de base vizinhas e nos ganhos de canal para as estações de base servidor e vizinhas. Controlador 720 fornece a energia de transmissão para o canal de tráfego atribuído ao terminal 120x. Processador 710 e/ou modulador 712 escala os símbolos de dados com base na energia de transmissão fornecida pelo controlador 720.

Controladores 720, 770x, e 770y direcionam as operações de várias unidades de processo no terminal 120x e estação de base 110x e 110y, respetivamente. Estes controladores também podem realizar várias funções para interferência e controlo de energia. Por exemplo, controlador 720 pode implementar qualquer uma das unidades ou todas as unidades 642 a 658 ilustradas na FIG. 6 e/ou processos 300, 400 e/ou 500 ilustrados nas FIGS. 3 a 5. Controlador 770 para cada estação de base 110 pode implementar todo o processo ou uma parte de processo 200 na FIG. 2. Unidades de memória 722, 772x, e 772y armazenam dados e códigos de programas para os controladores 720, 770x, e 770y, respetivamente. Um agendador 780x agenda terminais para comunicação com a estação de base 110x e também atribui canais de tráfego para os terminais agendados, *e.g.*, com base nos relatórios OSI IS a partir das estações de base vizinhas.

FIG. 8 ilustra um aparelho apropriado para controlo de interferência. O aparelho inclui meios 800 para

receber um(ns) relatório(s) OSI IS e meios 802 para regular as transmissões de dados para terminais no setor com base nos relatórios OSI IS recebidos.

FIG. 9 ilustra um aparelho apropriado para fornecer controlo de interferência. O aparelho inclui meios 900 para gerar um(ns) relatório(s) OSI IS e meios 902 para transmitir os relatórios OSI IS para um ou mais setores. Em certos casos, os meios para gerar podem incluir meios para gerar um relatório OSI IS diferente para cada setor e os meios para transmitir podem ser acoplados a uma ligação física, e.g. um canal de transporte de retorno.

As técnicas de controlo de interferência aqui descritas podem ser implementadas por vários meios. Por exemplo, estas técnicas podem ser implementadas em *hardware*, *software*, ou uma combinação entre elas. Para uma implementação em *hardware*, as unidades de processamento usadas para realizar controlo de interferência numa estação de base podem ser implementadas dentro de um ou mais circuitos integrados específicos de aplicação (ASICs), processadores de sinal digital (DSPs), dispositivos de processamento de sinal digital (DSPDs), dispositivos de lógica programável (PLDs), rede de portas lógicas programáveis (FPGAs), processadores, controladores, microcontroladores, microprocessadores, dispositivos eletrónicos, outras unidades eletrónicas designadas para realizar as funções aqui descritas, ou uma sua combinação entre elas. As unidades de processamento usadas para

realizar controlo de interferência num terminal também podem ser implementadas dentro de um ou mais ASICs, DSPs, processadores, dispositivos eletrónicos, e assim por diante.

Para uma implementação de *software*, as técnicas de controlo de interferência podem ser implementadas com módulos (e.g., procedimentos, funções, e assim por diante) que realizam as funções aqui descritas. Os códigos de *softwares* podem ser armazenados numa unidade de memória (e.g., unidade de memória 722, 772x, ou 772y na FIG. 7) e executados por um processador (e.g., controlador 720, 770x, ou 770y). A unidade de memória pode ser implementada dentro do processador ou de forma externa ao processador.

A descrição anterior dos modelos de realização divulgados é proporcionada para permitir a qualquer pessoa com conhecimento na técnica fazer ou usar a presente invenção. Irão ser prontamente evidentes. Várias modificações para estes modelos de realização àqueles que são especialistas na técnica, e os princípios genéricos aqui definidos podem ser aplicados a outros modelos de realização sem sair do âmbito da invenção. Deste modo, a presente invenção não pretende ser limitada aos modelos de realização aqui ilustrada mas deverá ser-lhe concedido o mais amplo âmbito consistente com os princípios e novas características aqui descritas.

Lisboa, 4 de Novembro de 2014

REIVINDICAÇÕES

1. Um método para controlo de interferência, compreendendo:

receber numa estação base (110x) um primeiro relatório de interferência de uma estação base vizinha (110y), em que o primeiro relatório de interferência indica interferência observada na estação base vizinha (110y); e

regular, pela estação base (110x), transmissões de dados para terminais (120) com base no primeiro relatório de interferência recebido da estação base vizinha (110y), em que regular as transmissões de dados para os terminais (120) compreende atribuir canais de tráfego para os terminais (120) com base no primeiro relatório de interferência, e em que os canais de tráfego que são atribuídos para os terminais (120) são ortogonais para canais de tráfego atribuídos a um ou mais terminais servidos pela estação base vizinha (110y).

2. O método da reivindicação 1, em que regular as transmissões de dados para os terminais (120) com base no primeiro relatório de interferência compreende a realização de controlo de admissão com base no primeiro relatório de interferência.

3. O método da reivindicação 2, em que realizar controlo de admissão com base no primeiro relatório de interferência compreende negar acesso a um

terminal (120) se o primeiro relatório de interferência indicar que a estação base vizinha (110y) está a observar interferência excessiva.

4. O método da reivindicação 1, em que regular as transmissões de dados para os terminais com base no primeiro relatório de interferência compreende cancelar um terminal (120) se o primeiro relatório de interferência indicar que a estação base vizinha (110y) está a observar interferência excessiva.

5. O método da reivindicação 1, em que regular as transmissões de dados para os terminais (120) com base no primeiro relatório de interferência compreende variar o agendamento dos terminais (120) para transmissão de dados com base no primeiro relatório de interferência.

6. O método da reivindicação 5, em que variar agendamento dos terminais (120) compreende reduzir a potência de transmissão dos terminais em desvantagem.

7. O método da reivindicação 1, em que um ou mais terminais são terminais fortes.

8. O método da reivindicação 1, em que regular as transmissões de dados para os terminais (120) compreende ainda atribuir aos terminais em desvantagem canais de

tráfego que são para ser atribuídos a terminais fortes pela estação base vizinha (110y).

9. Um meio informático que incorpora o método de qualquer uma das reivindicações anteriores.

10. Uma estação base (110x) que está configurada para controlo de interferência, compreendendo:

meios para receber na estação base (110x) um primeiro relatório de interferência de uma estação base vizinha (110y), em que o primeiro relatório de interferência indica interferência observada na estação base vizinha (110y);

e

meios para regular, pela estação base (110x), transmissões de dados para terminais (120) com base no primeiro relatório de interferência recebido a partir da estação base vizinha (110y), em que os meios para regular as transmissões de dados para os terminais (120) compreendem meios para atribuir canais de tráfego aos terminais (120) com base no primeiro relatório de interferência, e em que os canais de tráfego que são atribuídos aos terminais (120) são ortogonais para canais de tráfego atribuídos a um ou mais terminais servidos pela estação base vizinha (110y).

11. A estação base (110x) da reivindicação 10, em que os meios para regular as transmissões de dados para os terminais (120) com base no primeiro relatório de

interferência compreendem meios para realizar controlo de admissão com base no primeiro relatório de interferência.

12. A estação base (110x) da reivindicação 11, em que os meios para realizar controlo de admissão com base no primeiro relatório de interferência compreendem meios para negar o acesso a um terminal se o primeiro relatório de interferência indicar que a estação base vizinha (110y) está a observar excessivas interferências.

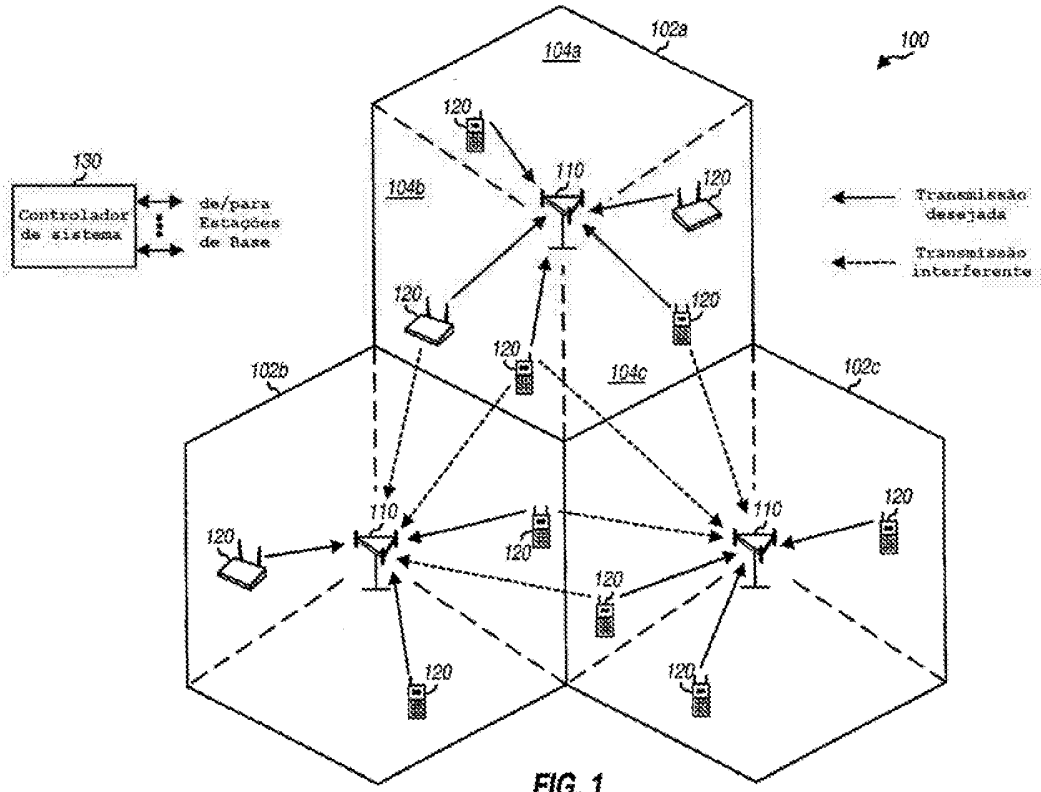
13. A estação base (110x) da reivindicação 10, em que os meios para regular as transmissões de dados para os terminais (120) com base no primeiro relatório de interferência compreendem meios para cancelar um terminal (120) se o primeiro relatório de interferência indicar que a estação base vizinha (110y) está a observar excessiva interferência.

14. A estação base (110x) da reivindicação 10, em que os meios para regular as transmissões de dados para os terminais (120) com base no primeiro relatório de interferência compreendem meios para variar o agendamento dos terminais (120) para transmissão de dados com base no primeiro relatório de interferência.

15. A estação base (110x) da reivindicação 10, em que os meios para receber e os meios para regular

compreendem um processador (770x) e memória (772x) em comunicação eletrónica com o processador (770x).

Lisboa, 4 de Novembro de 2014



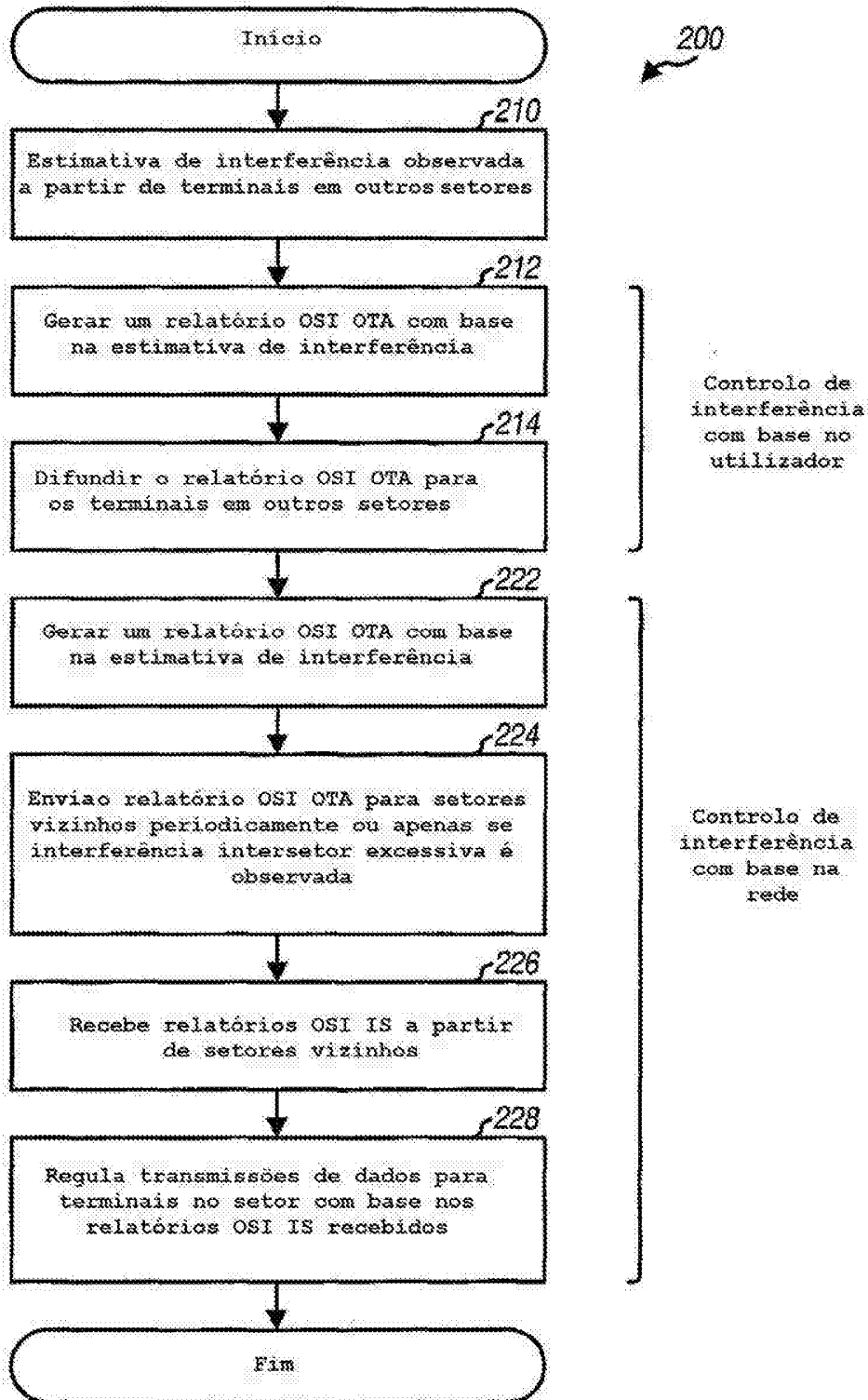


FIG. 2

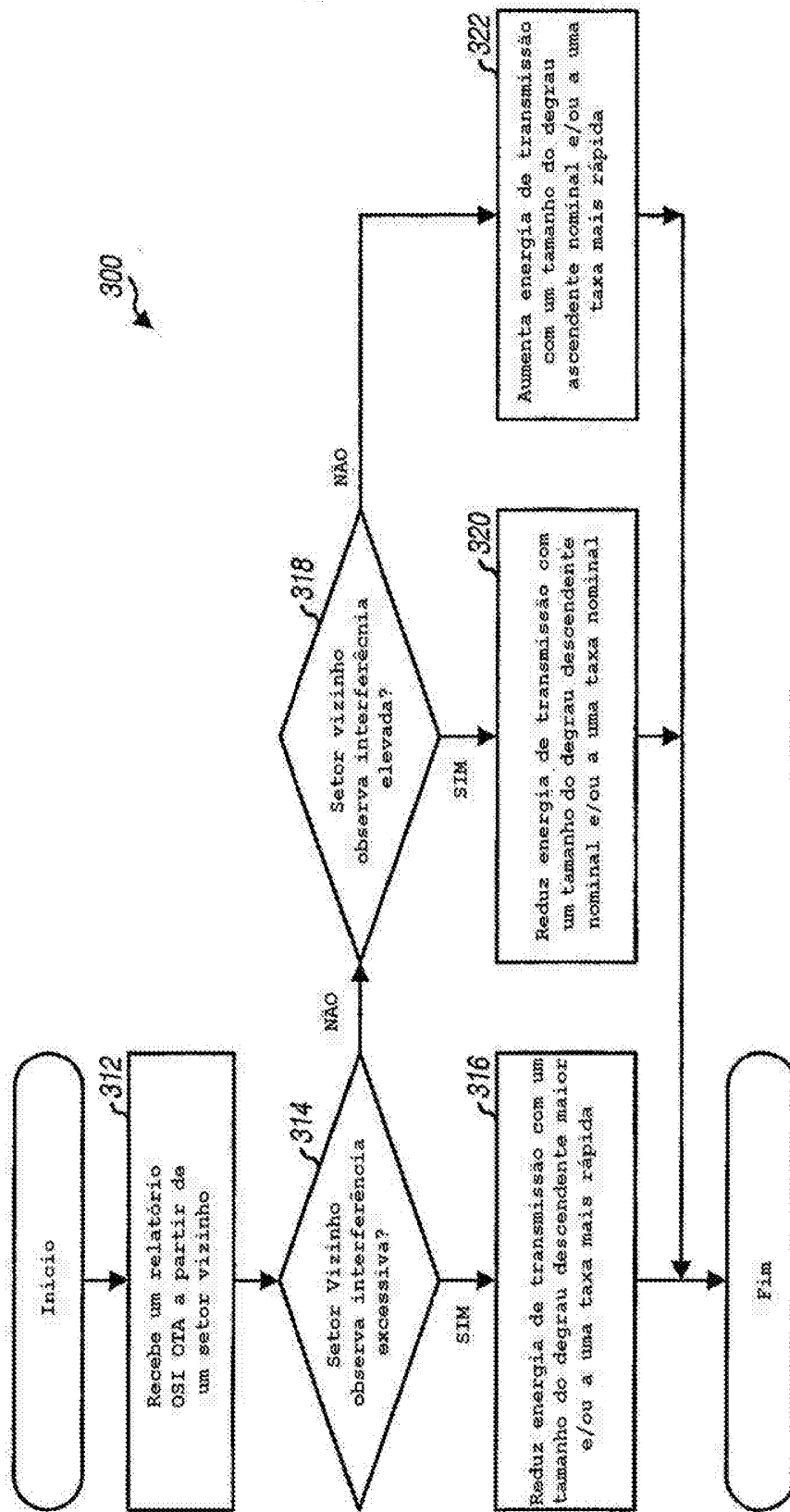


FIG. 3

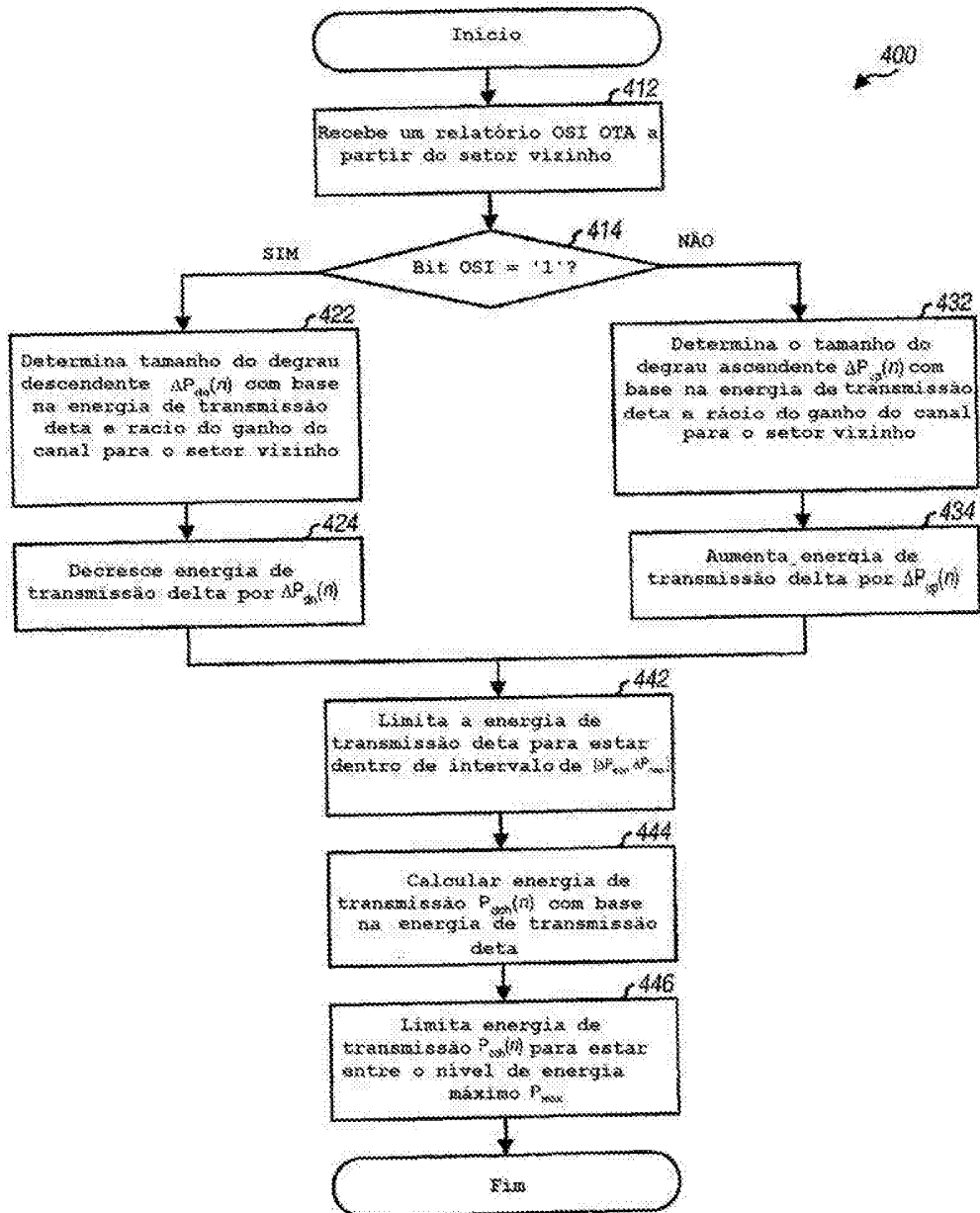


FIG. 4

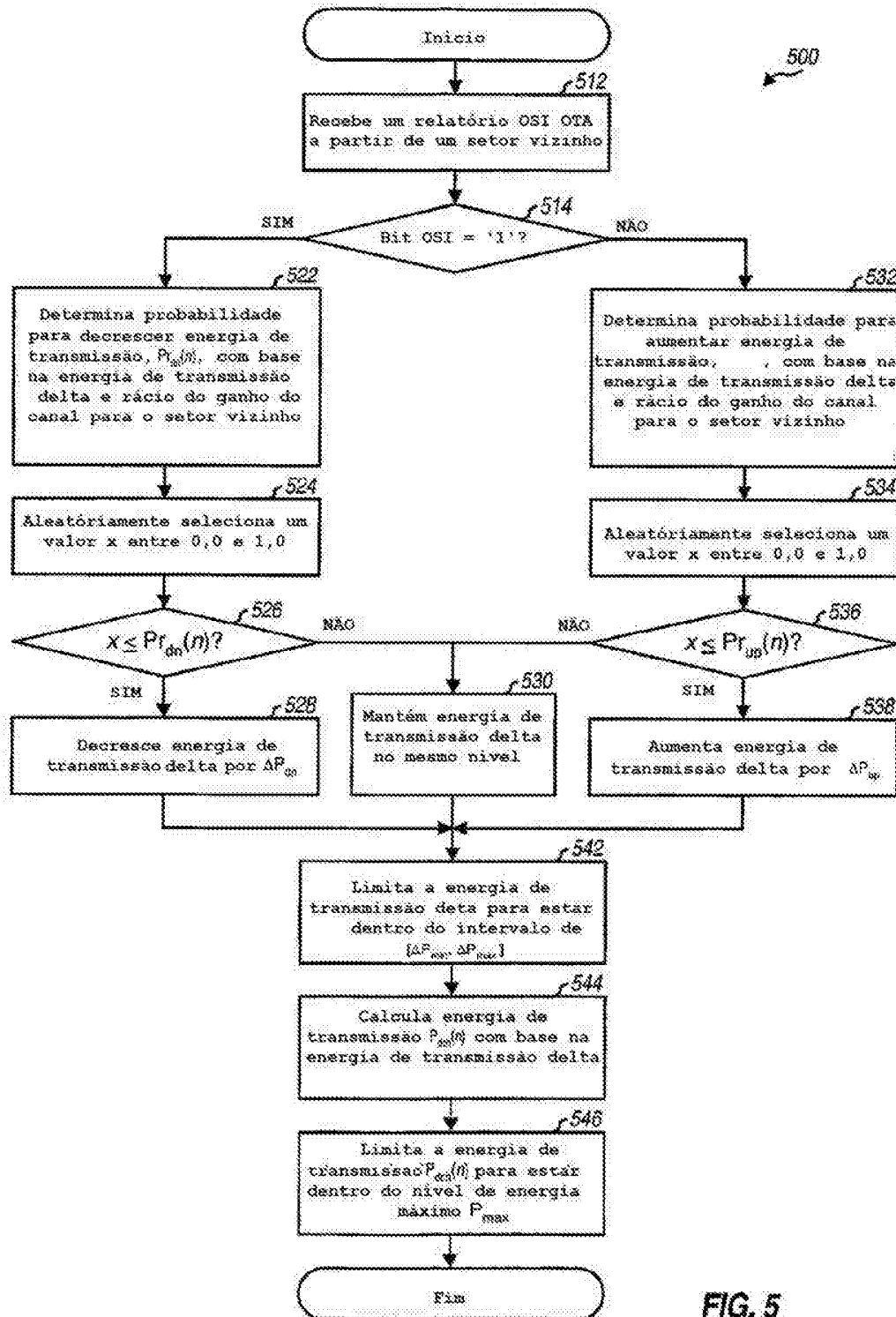


FIG. 5

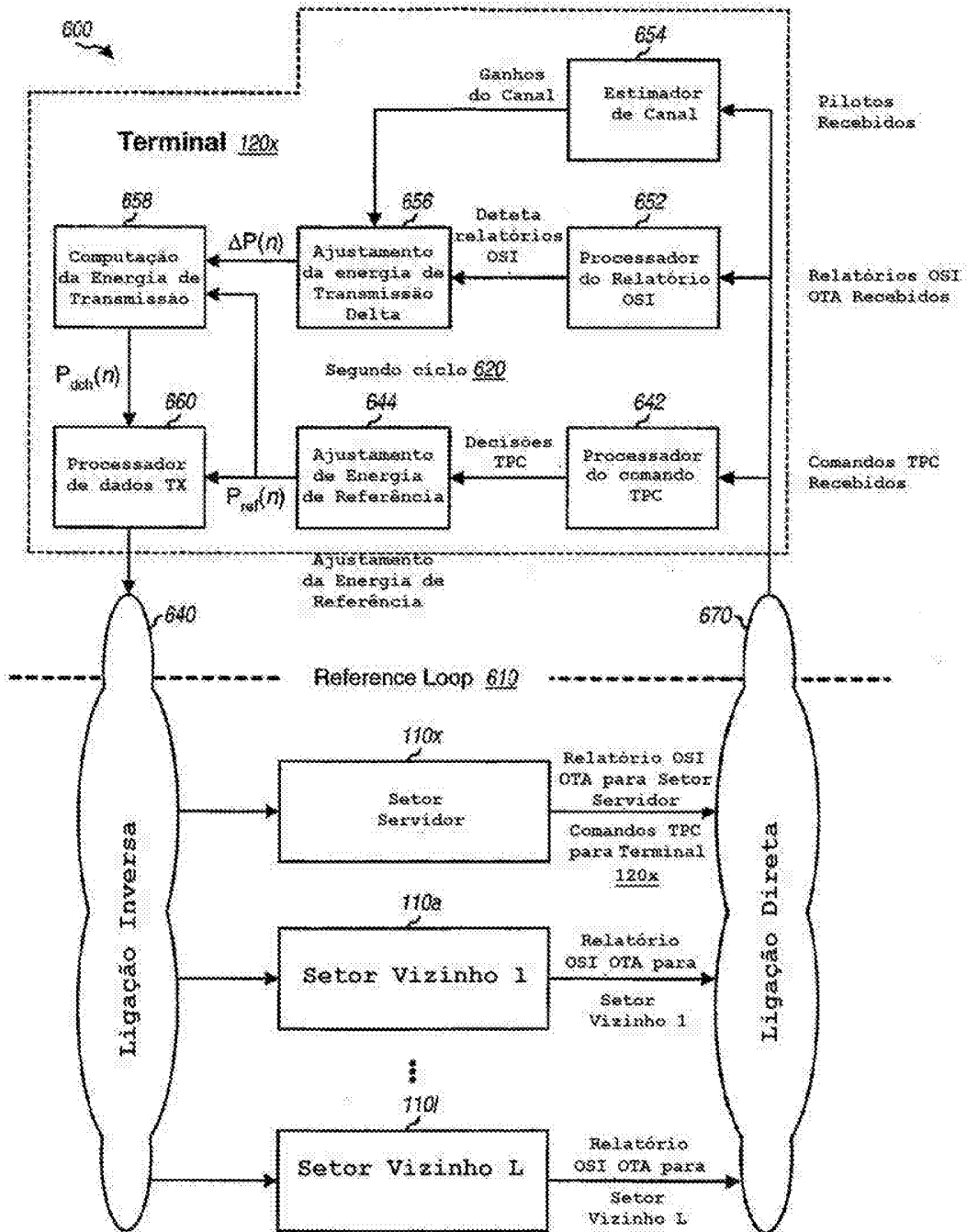


FIG. 6

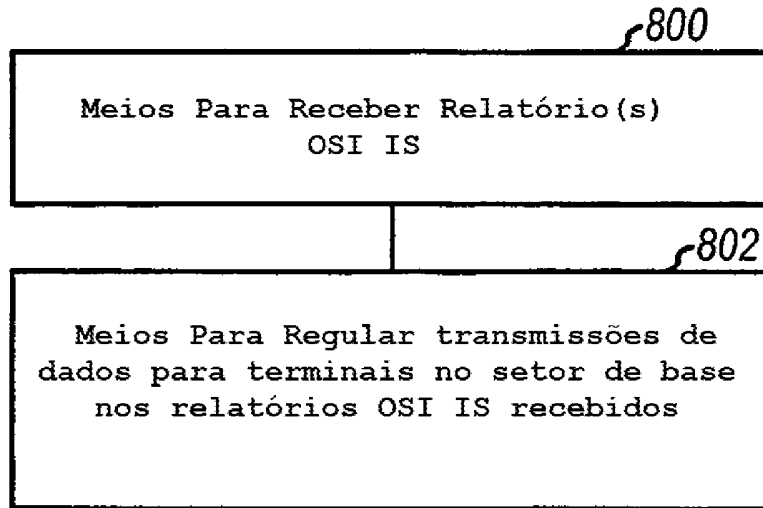


FIG. 8

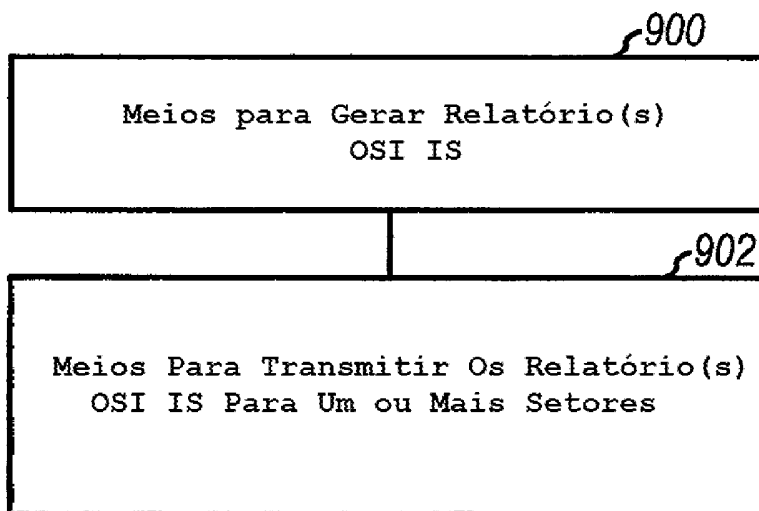


FIG. 9

REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO

Esta lista de referências citadas pelo requerente é apenas para conveniência do leitor. A mesma não faz parte do documento da patente europeia. Ainda que tenha sido tomado o devido cuidado ao compilar as referências, podem não estar excluídos erros ou omissões e o IEP declina quaisquer responsabilidades a esse respeito.

Documentos de patentes citados na descrição

- US 2001053695 A
- GB 2378858 A
- US 2004229615 A1