



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0011966-0 B1

(22) Data do Depósito: 30/06/2000

(45) Data de Concessão: 14/06/2016



(54) Título: MÉTODO PARA DETERMINAR A TAXA DE TRANSMISSÃO DE LINK REVERSO

(51) Int.Cl.: H04W 28/22; H04L 1/12; H04B 7/26

(30) Prioridade Unionista: 02/07/1999 US 09/346,882

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED

(72) Inventor(es): PAUL E. BENDER, MATTHEW STUART GROB, GADI KARMI, ROBERTO PADOVANI

Relatório Descritivo da Patente de Invenção:
MÉTODO PARA DETERMINAR A TAXA DE TRANSMISSÃO DE LINK
REVERSO.

HISTÓRICO DA INVENÇÃO

5

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção está relacionada ao campo das comunicações. Mais particularmente, a presente invenção está relacionada a um método e um equipamento novos e aperfeiçoados para efetuar combinação de sinais durante o handoff suave em um sistema de comunicação sem fio.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA CORRELACIONADA

O uso de técnicas de modulação com acesso múltiplo por divisão de código (CDMA) constitui uma dentre diversas técnicas para facilitar as comunicações quando está presente um grande número de usuários do sistema. São conhecidas outras técnicas de sistemas de comunicação de acesso múltiplo, tais como a de acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA), acesso múltiplo por divisão de frequência (FDMA). No entanto, a técnica de modulação de espalhamento espectral do CDMA possui significativas vantagens sobre essas outras técnicas de modulação para sistemas de comunicação de acesso múltiplo. O uso de técnicas CDMA em um sistema de comunicações por acesso múltiplo está descrito na Patente U.S. No. 4.901.307, intitulada "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS", em nome da Requerente da presente invenção e aqui incorporada por referência. O uso de técnicas CDMA em um sistema de comunicações por acesso múltiplo está também descrito na Patente U.S. No. 5.103.459, intitulada "SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING SIGNAL WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", em nome da Requerente da presente invenção e aqui incorporada por referência.

O CDMA, por sua própria natureza inerente de ser um sinal de banda larga, oferece uma forma de diversidade de frequência por espalhar a energia do sinal através de uma largura de banda larga. Portanto, o desvanecimento seletivo por frequência afeta apenas uma pequena parte da largura de banda do sinal CDMA. A diversidade espacial ou de percurso é obtida provendo-se multipercursos de sinal através de links simultâneos a partir de um usuário móvel ou estação móvel, através de duas ou mais estações rádio-base (cell sites). Além disso, a diversidade de percurso pode ser obtida explorando-se o ambiente de multipercursos através de processamento de espalhamento espectral ao permitir que um sinal que chegue com diferentes retardos de propagação seja recebido e processado separadamente. Os exemplos de diversidade de percurso estão ilustrados na Patente U.S. No. 5.101.501, intitulada "METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A SOFT HANDOFF IN COMMUNICATIONS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", e na Patente U.S. No. 5.109.390, intitulada "DIVERSITY RECEIVER IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", ambas da Requerente do presente pedido e aqui incorporadas por referência.

Um método útil para controle de potência de uma unidade móvel em um sistema de comunicação é o de monitorar a potência do sinal recebido a partir da estação móvel em uma estação base. A estação base em resposta ao nível de potência monitorado transmite bits de controle de potência para a estação móvel em intervalos regulares. Um método e um equipamento para controlar a potência de transmissão desta forma estão descritos na Patente U.S. No. 5.056.109, intitulada "METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING TRANSMISSION POWER IN A CDMA CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM", em nome da Requerente da presente invenção e aqui incorporada por referência.

Tem surgido uma demanda crescente para que sistemas de comunicações sem fio sejam capazes de

transmitir informações digitais em taxas elevadas. Um método para o envio de dados digitais de taxa elevada a partir de uma estação remota para uma estação base central é o de permitir que a estação remota envie os dados usando técnicas de espalhamento espectral do CDMA. Um método proposto é o de permitir que a estação remota transmita suas informações usando um pequeno conjunto de canais ortogonais. Tal método está descrito em detalhes no Pedido Co-pendente de Patente U.S. No de Série 08/886 604, intitulado "HIGH DATA RATE CDMA WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM", em nome da Requerente da presente invenção e aqui incorporado por referência.

RESUMO DA INVENÇÃO

A presente invenção consiste de um método e um equipamento novos e aperfeiçoados para a combinação de sinais em um sistema de comunicação sem fio de taxa elevada. Na modalidade exemplar, cada estação base em comunicação com uma estação remota transmite dados de link direto incluindo dados de tráfego, símbolos piloto e dados de cabeçalho. Na modalidade exemplar, os dados de cabeçalho incluem um bit de ocupação do link reverso, comandos de controle de potência de link reverso (RPC, das iniciais em inglês) e um bit de atividade de link direto (FAC). O bit de ocupação do link reverso indica quando a estação base alcançou seu limite de capacidade do link reverso. O bit RPC indica a cada estação móvel em comunicação com a estação base se sua energia de transmissão deve ser elevada ou reduzida. O bit FAC é uma mensagem que indica quando uma estação base não terá qualquer dado de link direto para transmitir em um número de slots predeterminado no futuro.

Na modalidade exemplar da presente invenção, o tráfego de link direto é transmitido apenas de uma estação base para uma dada estação remota. Dessa forma, não existe handoff suave dos dados de tráfego de link direto. Os componentes de múltiplos percursos (multipath) dos dados de

tráfego do link direto são combinados usando-se um receptor RAKE tradicional para propiciar uma melhor estimativa dos dados de tráfego do link direto.

Na modalidade exemplar da presente invenção, os bits de ocupação do link reverso são gerados independentemente por cada estação base e indicam se a estação base transmissora chegou a um limite de capacidade do link reverso. Em uma primeira modalidade exemplar, a estação remota combina os componentes de múltiplos percursos dos bits de ocupação do link reverso provenientes de cada uma das estações base transmissoras em seu conjunto ativo e em resposta transmite um sinal de link reverso somente quando todos os bits de ocupação do link reverso indiquem que as estações base no conjunto ativo da estação remota possuem capacidade do link reverso. Em uma primeira modalidade alternativa, a estação remota pondera os sinais ocupados de link reverso de acordo com a intensidade do sinal da estação base que transmite o sinal de ocupado e determina se deve transmitir com base na soma ponderada dos sinais ocupados. Em uma segunda modalidade alternativa, a estação remota pondera os sinais ocupados de link reverso de acordo com a intensidade do sinal da estação base que transmite o sinal de ocupado e determina uma taxa de dados máxima de link reverso com base na soma ponderada dos sinais de ocupado.

Na modalidade exemplar, os sinais FAC são gerados independentemente. Os sinais FAC provenientes de estações base em comum, componentes de multipercursos, são combinados de forma suave e decodificados. Cada um dos sinais FAC é provido a um correspondente calculador de SNR para cada estação base. A SNR calculada para cada estação base é usada para determinar qual estação base deve transmitir dados de link direto para a estação remota e em que taxa de dados.

As características, objetivos e vantagens da presente invenção ficarão mais claros através da descrição detalhada apresentada a seguir, quando tomada em conjunto com os desenhos, nos quais referências numéricas similares
5 identificam itens correspondentes e nos quais:

A Figura 1 é um diagrama que ilustra os componentes e sinais de um ambiente de handoff suave;

A Figura 2 é uma ilustração do formato de slot de link direto da modalidade exemplar;

10 A Figura 3 é um fluxograma ilustrando o método de combinação de sinais na modalidade exemplar;

A Figura 4 é um diagrama de blocos ilustrando o sistema de transmissão da estação base da modalidade exemplar;

15 A Figura 5 é um diagrama de blocos da estação remota da presente invenção;

A Figura 6 é um diagrama de blocos do demodulador de tráfego da modalidade exemplar;

20 A Figura 7 é um diagrama de blocos do demodulador de bits de ocupação do link reverso da modalidade exemplar;

A Figura 8 é um diagrama de blocos do demodulador de controle de potência da modalidade exemplar;

A Figura 9 é um diagrama de blocos do demodulador de atividade de link direto (FAC) da modalidade exemplar; e

25 A Figura 10 é um diagrama de blocos do subsistema de transmissão da estação remota.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

A Figura 1 ilustra os elementos de um sistema de comunicação sem fio durante uma operação de handoff suave.
30 Na condição de handoff suave ilustrada na Figura 1, a estação móvel 122 está em comunicação simultânea com as estações base 102, 104 e 106. Um método e um equipamento para efetuar o handoff suave em um sistema de comunicação sem fio estão descritos na Patente U.S. No 5 101 501 acima
35 mencionada. O controlador de estação base 100 envia

informações a serem transmitidas para a estação remota 122 como para as estações base 102, 104 e 106.

Na modalidade exemplar, os dados de tráfego de link direto são transmitidos para a estação remota 122 pela
5 estação base (102, 104, ou 106) selecionada com o melhor percurso de propagação para a estação remota 122. As estações base 102, 104 e 106 transmitem sinais de link direto, incluindo tráfego de link direto, símbolos piloto e dados de cabeçalho, através dos sinais de link direto 110,
10 114 e 118, respectivamente. Na modalidade exemplar, os sinais de link direto 110, 114 e 118, bem como o sinal de componentes de múltiplos percursos 108, são sinais de comunicação de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA).

15 O sinal 108 ilustra a condição designada como multipercursos, em que o sinal transmitido pela estação base 102 percorre dois percursos de propagação diferentes para a estação remota 122. O primeiro sinal 110 atravessa um percurso de propagação de linha de visada, enquanto que
20 um segundo sinal é refletido em um obstáculo 124 na forma de um sinal de link direto 108. Em um sistema de comunicações CDMA, os componentes de multipercursos podem ser combinados no receptor para prover uma melhor estimativa dos dados transmitidos, tal como descrito na
25 Patente U.S. No 5 109 390 acima mencionada.

A estação remota 122 transmite dados para as estações base 102, 104 e 106 através dos sinais de link reverso 112, 116 e 120, respectivamente. Na modalidade exemplar, os sinais de link reverso 112, 116 e 120 são
30 sinais de comunicação CDMA. Os sinais de link reverso recebidos pelas estações base 102, 104 e 106 são combinados de forma suave (soft combined) no controlador de estação base (BSC) 100 para prover uma melhor estimativa das informações transmitidas pela estação remota 122. Deve ser
35 notado que os sinais de link reverso 102, 104 e 106 são na

realidade o mesmo sinal percorrendo percursos de propagação diferentes.

A Figura 2 ilustra um slot de link direto da modalidade exemplar. Na modalidade exemplar, um slot possui
5 duração de 1,66 ms. O slot inclui duas rajadas (bursts) piloto 206 e 214. A segunda rajada piloto 214 possui dados de cabeçalho 212 e 216 incluídos em ambos os lados. Os dados de cabeçalho da modalidade exemplar inclui informações de atividade de link direto (FAC), bits de
10 ocupação do link reverso e comandos de controle de potência de link reverso. Os diferentes dados de cabeçalho são distinguidos uns dos outros por meio de uma cobertura ortogonal. As coberturas ortogonais são bem conhecidas pelos técnicos na área e estão descritas na Patente U.S. No
15 5 103 459 acima mencionada. A informação de atividade de link direto consiste de um bit que quando ajustado, indica que em um número predeterminado de slots no futuro não haverá quaisquer dados de tráfego de link direto a serem transmitidos pela estação base. Os bits de ocupação do link
20 reverso indicam que o limite de capacidade do link reverso da estação base foi alcançado. Os comandos de controle de potência são cobertos por coberturas Walsh exclusivas e requisitam que uma estação remota específica eleve ou reduza sua energia de transmissão. Os dados de link direto
25 são transmitidos no restante do frame nas seções 202, 210 e 218.

A Figura 3 é um fluxograma descrevendo as operações de combinação do sinal recebido efetuadas pela
estação remota 122 quando em handoff suave com uma
30 pluralidade de estações base. No bloco 250 são combinados os componentes de multipercursos do sinal de link direto portando dados de tráfego para a estação remota 122. Na modalidade exemplar, somente a estação base com o melhor percurso de propagação entre ela e a estação remota 122
35 transmite dados de tráfego de link direto para a estação

remota 122. Caso, por exemplo, a estação base 102 possua o melhor percurso de propagação para a estação remota 122, então a estação base 102 transmite dados de tráfego de link direto para a estação remota 122. Neste exemplo, a estação
5 remota 122 combina de forma suave os sinais de múltiplos percursos 108 e 110 para propiciar uma melhor estimativa dos dados de tráfego de link direto. Na modalidade exemplar, a combinação suave é efetuada na forma de uma soma ponderada em que o peso dos símbolos demodulados é
10 determinado em proporção à intensidade do sinal recebido do sinal que porta os símbolos. O ato de combinação suave de sinais de multipercursos está descrito em detalhes na Patente U.S. No 5 109 390 acima mencionada.

No bloco 252, a estação remota 122 efetua a
15 combinação suave dos componentes de multipercursos dos bits de ocupação do link reverso transmitidos por cada estação base no conjunto ativo da estação remota 122 para prover uma estimativa do bit de ocupação do link reverso transmitido por cada estação base. Deve ser notado que os
20 comandos de controle de potência provenientes de diferentes estações base podem possuir valores diferentes e portanto não podem ser combinados de forma significativa. Isto é, a estação base 102 pode ter exaurido sua capacidade do link reverso, enquanto a estação base 104 pode ainda possuir
25 capacidade do link reverso restando e portanto iria transmitir bits de ocupação do link reverso possuindo valores diferentes.

No bloco 254, os bits de ocupação do link reverso provenientes de cada uma das estações base 102, 104 e 106
30 são combinados para determinar uma taxa de dados máxima para a próxima transmissão de link reverso pela estação remota 122. Em uma primeira modalidade exemplar, a estação remota transmite um sinal de link reverso somente quando todos os bits de ocupação do link reverso indicam que as
35 estações base no conjunto ativo possuem capacidade

adicional de link reverso. Em uma primeira modalidade alternativa, a estação remota 122 pondera os bits de ocupação do link reverso de acordo com a intensidade do sinal da estação base transmitindo o bit ocupado e
5 determina se deve inibir suas transmissões de link reverso com base na soma ponderada dos bits ocupados. Em uma segunda modalidade alternativa, a estação remota pondera os bits de ocupação do link reverso de acordo com a intensidade do sinal da estação base transmitindo o bit
10 ocupado e determina uma taxa de dados de link direto máxima em que transmitir com base na soma ponderada dos bits ocupados.

No bloco 256, a estação remota 122 efetua a combinação suave dos componentes de multipercursos dos bits
15 de controle de potência de link reverso transmitidos por cada estação base para prover uma estimativa dos bits de controle de potência de link reverso transmitidos por cada estação base. Deve ser notado que os comandos de controle de potência provenientes de diferentes estações base podem
20 não ter o mesmo valor e portanto não podem ser combinados de forma significativa. Como exemplo, o percurso de sinal de link reverso 114 pode superar a energia necessária para transmissão confiável dos sinais para a estação base 104, enquanto que, simultaneamente, a energia do sinal de link
25 reverso 112 pode ser inadequada para recepção confiável pela estação base 102. Neste caso, a estação base 104 transmitiria um comando "elevar", enquanto que a estação base 104 transmitiria um comando "reduzir". Dessa forma, a combinação suave de comandos de controle de potência
30 provenientes de diferentes estações base não deve ser efetuada. Na modalidade exemplar, para cada estação base é determinada uma decisão abrupta com referência ao valor de seu comando de controle de potência. Passando ao bloco 258, na modalidade exemplar, a estação remota 122 eleva sua
35 energia de transmissão somente quando todos os comandos de

controle de potência transmitidos pelas estações base em seu conjunto ativo requisitem que a estação remota 122 eleve sua energia de transmissão.

No bloco 260, os bits de atividade de link direto
5 (FAC) recebidos através de multipercursos a partir de estações base comuns são combinados de forma suave. No bloco 262, cada um dos bits de atividade de link direto combinados, são a seguir providos a um correspondente calculador de SNR que usa as informações em sua computação
10 da energia de relação sinal/ruído para uma estação base correspondente no conjunto ativo da estação remota 122. Fazendo novamente referência à Figura 2, caso o slot não inclua dados, a computação da relação sinal/ruído estimada para o slot deve ser ajustada para considerar tal porção
15 chaveada (gated) do frame, durante a qual não está presente qualquer energia de sinal.

A Figura 4 é um diagrama de blocos ilustrando os elementos das estações base 102, 104 e 106. Os dados de tráfego de link direto são providos ao elemento de
20 espalhamento Walsh 300 e são cobertos de acordo com um código Walsh (W_T). Os dados de tráfego cobertos são a seguir providos ao multiplexador 312. Será notado pelos técnicos na área que o processamento do sinal antes de seu provimento ao elemento de espalhamento Walsh 300 se insere
25 no escopo da presente invenção. Em particular, é antecipado que os dados de tráfego de link direto serão codificados para correção antecipada de erros usando-se um codificador convolucional, codificador turbo, ou outro codificador de correção antecipada de erros que seja conhecido pelos
30 técnicos na área. Na modalidade exemplar, trinta e duas seqüências Walsh com comprimento trinta e dois são usadas para cobrir as transmissões de link direto. A geração e espalhamento de acordo com códigos Walsh estão descritos na Patente U.S. No. 5.103.459 acima mencionada.

Um conjunto predeterminado de símbolos piloto, tipicamente todos de uns, é provido para o elemento de espalhamento Walsh 302 e, na modalidade exemplar, coberto de acordo com o código Walsh zero (W_0). A cobertura por
 5 zero Walsh corresponde a nenhuma operação e pode operacionalmente ser omitida, porém é apresentada com o propósito de ilustração. Os símbolos piloto cobertos são a seguir providos ao multiplexador 312.

O bit de atividade de link direto (FAC) é provido
 10 ao elemento de espalhamento 304 e coberto de acordo com o código Walsh um W_1 . O bit de ocupação do link reverso é provido ao elemento de espalhamento Walsh 306 e coberto usando-se código Walsh dezessete (W_{17}). Além disso, até vinte e oito comandos de controle de potência (PC_1 a PC_{29})
 15 são providos aos elementos de espalhamento Walsh 308a a 308n e são cobertos usando-se seqüências Walsh (W_2 a W_{15} e W_{18} a W_{31}). Os bits de cabeçalho espalhados por Walsh, incluindo o FAC, o bit de ocupação do link reverso e os comandos de controle de potência, são somados no somador
 20 310 e providos ao multiplexador 312.

O multiplexador 312 insere no slot os dados de tráfego de link direto e duas rajadas piloto, com a segunda rajada piloto possuindo os bits de cabeçalho em ambos os
 25 seus lados. Na modalidade exemplar, as informações de cabeçalho em ambos os lados da segunda rajada piloto são réplicas mútuas e cada uma possui duração de 64 chips Walsh, espalhadas usando-se códigos Walsh de trinta e dois bits, provendo quatro versões redundantes de cada pedaço de informações de cabeçalho.

O slot, incluindo o tráfego de link direto, as
 30 rajadas piloto e os bits de cabeçalho, tal como ilustrado na Figura 2, são providos ao espalhador PN 314. Na modalidade exemplar, cada estação base espalha os dados para transmissão usando uma seqüência PN diferente. Na
 35 modalidade preferida, cada estação base gera sua seqüência

PN usando diferentes sequências de fase de geração, usando um polinômio gerador de PN em comum, tal como descrito na Patente U.S. No 5 103 459 acima mencionada. Na modalidade preferida, os dados são transmitidos de acordo com uma
5 modulação QPSK, em que os componentes em fase e em quadratura são espalhados usando-se duas seqüências de pseudo ruído diferentes (PN_I e PN_Q). O sinal espalhado por PN é provido ao transmissor (TMTR) 316 que converte para transmissão, amplifica e filtra o sinal para transmissão
10 através da antena 318.

A Figura 5 ilustra a estação remota 122 da presente invenção. O sinal de link direto é recebido na antena 500 e é provido através do duplexador 502 ao receptor (RCVR) 504. O sinal recebido é provido ao
15 demodulador de tráfego 506, que demodula o sinal recebido para prover os dados de tráfego de link direto ao usuário da estação remota.

O sinal recebido é provido ao demodulador de link direto ocupado 508 que demodula o sinal para prover uma
20 estimativa dos bits de ocupação do link reverso transmitidos por cada uma das estações base em comunicação com a estação remota 122. Os bits de ocupação do link reverso são providos ao elemento de determinação de taxa 510. Na modalidade exemplar, o elemento de determinação de taxa 510 inibe a transmissão do sinal de link reverso
25 quando quaisquer dos bits de ocupação provenientes de uma estação base no conjunto ativo indica que foi alcançado o limite de capacidade do link reverso para tal estação base. Em uma modalidade alternativa, o elemento de determinação de taxa 510 inibe seletivamente as transmissões de link
30 reverso com base em uma soma ponderada dos bits ocupados recebidos a partir das estações base no conjunto ativo da estação remota 122. Na primeira modalidade alternativa, os bits de ocupação recebidos são ponderados de acordo com a
35 energia dos sinais recebidos. Em uma segunda modalidade

alternativa, o elemento de determinação de taxa 510 seleciona uma taxa de dados máxima de link reverso com base nos bits ocupados recebidos. Como exemplo, caso o sinal proveniente de uma estação base indicando que ela chegou à capacidade do link reverso seja muito fraco, o elemento de determinação de taxa 510 pode selecionar uma taxa de dados de link reverso diferente de zero que ele estime que não irá causar interferência indevida à estação base devido à seu fraco percurso de propagação para tal estação base. Um sinal indicativo sobre se a taxa de dados máxima ou uma inibição do sinal de link reverso é provido para o processador de controle de transmissão 520, que determina um conjunto de parâmetros para transmissão do sinal de link reverso.

Na modalidade preferida, a estação móvel está informada sobre um perfil de taxa de transmissão para as estações base em seu conjunto ativo, no qual cada uma das taxas de transmissão potenciais dos links reversos possui uma probabilidade conhecida de transmissão bem sucedida sob a condição de que as estações base no conjunto ativo não estejam em uma condição de limite de capacidade. Na modalidade preferida, a estação remota 122 computa uma medida, aqui designada como uma medida de redução da taxa (DM - Derating Metric), de acordo com a equação 1:

$$DM = 1 - \left[1 - \left(\sum_i SNR_i \cdot RLB_i \left(\frac{1}{MaxSNR_i} \right) \right) \right]$$

em que SNR_i é a relação sinal/ruído estimada da i-ésima estação base, $Max SNR_i$ é a relação sinal/ruído máxima das estações base no conjunto ativo da estação remota i, RLB_i é o valor do bit de ocupação do link reverso para a i-ésima estação base no conjunto ativo que assume um valor de 0 ou 1. Usando-se a equação 1, quanto mais forte for o sinal de link direto proveniente de uma estação base que transmite um bit de ocupação do link reverso indicando uma condição

de limite de capacidade do link reverso, maior será a redução. Tal medida de redução da taxa assume um valor entre 0 e 1, o qual é usado para escalonar o perfil de taxa de transmissão de tal forma que as taxas sejam reduzidas para uma dada probabilidade de transmissão bem sucedida.

O sinal de link reverso é também provido ao demodulador de controle de potência de link reverso 512. O demodulador de controle de potência de link reverso 512 demodula o sinal recebido e combina os componentes de multipercursos provenientes de estações base em comum para gerar melhores estimativas do comando de controle de potência de link reverso transmitido por cada uma das estações base no conjunto ativo da estação remota 122. Na modalidade exemplar, cada estação remota em comunicação com uma dada estação base demodula seus comandos de controle de potência de link reverso de acordo com um código Walsh exclusivo designado para tal estação móvel. Deve ser notado que os códigos Walsh de controle de potência de link reverso designados para a estação remota podem ser diferentes para estações base diferentes em comunicação com a estação remota 122.

As melhores estimativas dos comandos de controle de potência provenientes de cada estação base são providas ao combinador de controle de potência 518. Na modalidade exemplar, a estação remota 122 aumenta sua energia de transmissão somente quando todas as estações base no conjunto ativo da estação remota 122 transmitem comandos de controle de potência requisitando que a estação remota 122 aumente sua energia de transmissão. Caso contrário, a estação remota 122 reduz sua energia de transmissão. Além disso, a presente invenção pode ser igualmente aplicada a sistemas de controle de potência de múltiplos bits, em que a estação base especifica a quantidade do ajuste da energia de transmissão requisitado. Na implementação mais simples do combinador de controle de potência 514 para uso em um

sistema de controle de potência de múltiplos bits, o combinador de controle de potência 514 seleciona o menor aumento requisitado, ou a maior redução requisitada na energia de transmissão.

5 O combinador FAC 518 combina os bits FAC provenientes de componentes de multipercursos do sinal de link direto de uma estação base comum para prover uma melhor estimativa do bit FAC transmitido por cada uma das estações base. O processador de controle de transmissão 520
10 recebe cada uma das estimativas de bit FAC e ajusta a computação da relação sinal/ruído para cada estação base com base na estimativa do bit FAC transmitido por tal estação base. O processador de controle de transmissão 520 usa a relação sinal/ruído calculada de cada uma das
15 estações base para selecionar a estação base com o melhor percurso de propagação e para determinar a taxa de dados máxima da transmissão.

Com base nas estimativas dos bits de ocupação do link reverso, nos comandos de controle de potência de link
20 reverso e nos bits de atividade de emissão, o processador de controle de transmissão 520 determina a taxa de sua próxima transmissão de link reverso, um ajuste à sua energia de transmissão de link reverso e seleciona a estação base com o melhor percurso de propagação e a taxa
25 de dados de link direto máxima que pode ser confiavelmente transmitida sobre este percurso de propagação. Estes parâmetros são providos ao subsistema de transmissão 522 que gera o sinal de link reverso de acordo com o mesmo. O sinal de link reverso proveniente do subsistema de
30 transmissão 522 é provido através do duplexador 502 para transmissão através da antena 500.

A Figura 6 ilustra os elementos do demodulador de tráfego 506. O buscador 600 procura sequências PN potenciais para sinais fortes de link direto. O buscador
35 600 designa sequências PN de desespalhadores de PN 602 para

demodular. Na modalidade exemplar, cada um dos desespalhadores de PN 602 desespalha o sinal recebido de acordo com um offset PN diferente e provê o resultado a um demultiplexador correspondente 604. Na modalidade exemplar,
5 o desespalhador de PN 602 espalha o sinal recebido de acordo com uma única seqüência PN usada para espalhar um sinal BPSK. No entanto, a presente invenção pode ser igualmente aplicada a combinadores de PN complexos que usam duas seqüências de código PN distintas (PN_I e PN_Q) para
10 desespalhar de forma complexa um sinal QPSK. A implementação do desespalhador de PN 602 é bem conhecida pelos técnicos na área, tanto para o desespalhamento de PN de um sinal BPSK como para o desespalhamento de PN complexo de um sinal QPSK.

15 O demultiplexador 604 separa a porção de rajada piloto do sinal recebido e provê os símbolos piloto demodulados ao elemento de sincronização (SYNC) 606. O elemento de sincronização 606 determina ajustes na frequência e fase de um demodulador Walsh correspondente
20 608. Um sinal indicativo dos ajustes na fase e frequência é provido aos demoduladores Walsh 608.

O demultiplexador 604 separa as porções do slot portando dados de tráfego de link direto e provê tais porções ao demodulador Walsh 608. O demodulador Walsh 608
25 demodula o sinal recebido de acordo com a seqüência Walsh W_T . A implementação do demodulador Walsh 608 é bem conhecida pelos técnicos na área e está descrita em detalhes na Patente U.S. No. 5.103.459.

Os símbolos de link direto demodulados são
30 providos ao combinador suave 610 que acumula os componentes de multipercursos da estação base transmitindo os dados de tráfego de link direto para a estação remota 122. As energias de símbolos demodulados acumuladas são a seguir providas ao decodificador 612 que decodifica os dados de
35 tráfego de emissão e provê os símbolos decodificados ao

usuário da estação remota 122. Na modalidade exemplar, o decodificador 612 é um decodificador de treliça, tal como um decodificador Viterbi, ou um decodificador turbo.

A Figura 7 ilustra os elementos do demodulador de bits de ocupação do link reverso 508. Como foi descrito com referência à Figura 6, o buscador 600 procura sequências PN potenciais para sinais de link direto fortes. O buscador 600 designa sequências PN para cada desespalhador de PN 602. Como foi acima descrito, cada um dos desespalhadores de PN 602 espalha o sinal recebido de acordo com um offset PN diferente e provê o resultado a um demultiplexador correspondente 704.

O demultiplexador 704 separa a porção de rajada piloto do slot e provê os símbolos piloto ao elemento de sincronização (SYNC) 706. O elemento de sincronização 706 determina ajustes na frequência e fase de um demodulador Walsh correspondente 708. Um sinal indicativo dos ajustes na fase e frequência é provido aos demoduladores Walsh 708. Será notado pelos técnicos na área que os elementos de sincronização 706 e os elementos de sincronização 606 efetuam operações idênticas e são apresentados como elementos distintos apenas com propósitos ilustrativos.

O demultiplexador 704 separa as porções de dados de cabeçalho do slot recebido e provê tais porções ao demodulador Walsh 708. Na modalidade exemplar, o demodulador Walsh 708 demodula o sinal recebido de acordo com o código Walsh W_{17} .

Os símbolos de link direto demodulados são providos ao combinador suave 710 que acumula os símbolos de multipercursos provenientes de cada uma das estações base. As energias de símbolo acumuladas são a seguir providas à lógica de determinação de taxa 510 que opera tal como foi acima descrito.

A Figura 8 ilustra os elementos do demodulador de controle de potência de link reverso 512. Tal como foi

descrito com referência à Figura 6, o buscador 600 procura sequências PN potenciais para sinais fortes de link direto. O buscador 600 designa sequências PN para cada um dos desespalhadores de PN 602. Como foi acima descrito, na
5 modalidade exemplar, cada um dos combinadores PN 602 espalha o sinal recebido de acordo com um offset PN diferente e provê o resultado para um demultiplexador correspondente 804.

O demultiplexador 804 separa a porção de rajada
10 piloto do slot e provê os símbolos piloto ao elemento de sincronização (SYNC) 806. O elemento de sincronização 806 determina ajustes na frequência e fase de um demodulador Walsh 808 correspondente. Um sinal indicativo dos ajustes na fase e frequência de temporização é provido aos
15 demoduladores Walsh 808. Será notado pelos técnicos na área que os elementos de sincronização 806 e os elementos de sincronização 606 efetuam operações idênticas e são apresentados como elementos distintos apenas com propósitos ilustrativos.

O demultiplexador 804 separa as porções de dados
20 de cabeçalho do slot recebida e provê tais porções ao demodulador Walsh 808. Na modalidade exemplar, o demodulador Walsh 808 demodula o sinal recebido de acordo com um código Walsh que é específico para transmissão dos
25 sinais de controle de potência para uma estação base correspondente. Como exemplo, a estação base 102 pode cobrir seus comandos de controle de potência para a estação remota 122 usando o código Walsh cinco, enquanto a estação base 104 pode cobrir seus comandos de controle de potência
30 para a estação remota 122 usando o código Walsh treze. Dessa forma, os componentes de multipercursos de link direto transmitidos a partir de uma estação base comum são demodulados usando-se um código Walsh comum para extrair os comandos de controle de potência provenientes de tal
35 estação base. Assim sendo, comandos de controle de potência

provenientes de estações base diferentes são demodulados usando-se códigos Walsh diferentes.

Os comandos de controle de potência demodulados provenientes de cada estação base são providos aos
5 combinadores suaves 810 que acumulam os símbolos de multipercursos para uma estação base correspondente de seu conjunto ativo. As energias de símbolo acumuladas são a seguir providas ao combinador de controle de potência 514 que opera tal como foi acima descrito.

10 A Figura 9 ilustra os elementos do demodulador FAC 516. Como foi descrito com referência à Figura 6, o buscador 600 procura sequências PN potenciais para sinais fortes de link direto. O buscador 600 designa sequências PN para cada um dos espalhadores de PN 602. Como foi acima
15 descrito, na modalidade exemplar, cada um dos desespalhadores de PN 602 desespalha o sinal recebido de acordo com um offset PN diferente e provê o resultado para um demultiplexador correspondente 904.

O demultiplexador 904 separa a porção de rajada
20 piloto do slot e a encaminha ao elemento de sincronização (SYNC) 906. O elemento de sincronização 906 determina ajustes na frequência e fase de um demodulador Walsh correspondente 908. Um sinal indicativo dos ajustes na fase e frequência é provido aos demoduladores Walsh 908. Será
25 notado pelos técnicos na área que os elementos de sincronização 906 e os elementos de sincronização 606 efetuam operações idênticas e são apresentados como elementos distintos apenas com propósitos ilustrativos.

O demultiplexador 904 separa as porções de dados
30 de cabeçalho do slot recebido e provê tais porções ao demodulador Walsh 908. Na modalidade exemplar, o demodulador Walsh 908 demodula o sinal recebido de acordo com um código Walsh um (W_1). Os símbolos FAC demodulados provenientes das estações base comuns são providos a um
35 combinador 910. Os combinadores 910 combinam as energias

dos símbolos FAC para prover uma melhor estimativa dos bits FAC para cada estação base no conjunto ativo da estação remota 122.

A taxa de dados máxima proveniente do elemento de
5 determinação de taxa 510, o comando de controle de potência
combinado proveniente do combinador de controle de potência
514 e os bits de atividade de emissão estimada para cada
uma das estações base no conjunto ativo da estação remota
122 são providos ao processador de controle de transmissão
10 520. De acordo com eles, o processador de controle de
transmissão 520 determina a taxa de dados da próxima
transmissão de link reverso; gera, a partir da estação
remota 122, gera um sinal para ajustar a energia de
transmissão do sinal de link reverso; seleciona a estação
15 base para enviar dados de tráfego de link direto para a
estação remota 122 e determina a taxa máxima em que os
dados de link direto podem ser transmitidos de forma
confiável.

A Figura 10 ilustra os elementos do processador
20 de controle de transmissão 520 e do subsistema de
transmissão 522. No processador de controle de transmissão
520, o comando de controle de potência (PC) combinado é
provido ao elemento de ajuste de ganho 1000. O comando de
controle de potência na modalidade exemplar é um comando de
25 um único bit elevar/reduzir em resposta ao qual o elemento
de ajuste de ganho 1000 gera um sinal de controle elevando
ou reduzindo a energia de transmissão do sinal de link
reverso pelo ajuste de ganho de um amplificador de ganho
variável (não é mostrado) no interior do transmissor (TMTR)
30 1010.

As estimativas FAC para cada estação base são
providas a um computador de sinal/ruído correspondente
1002. Em resposta aos bits FAC, os computadores de relação
sinal/ruído 1002 calculam a relação sinal/ruído dos sinais
35 de link direto a partir de uma estação base no conjunto

ativo da estação remota 122. Os slots recebidos sem dados de tráfego de link direto são incorporadas à computação da relação sinal/ruído de forma diferente daqueles frames que incluem dados de tráfego de link direto. Caso a ocorrência
5 de frames sem dados de tráfego de link direto seja suficientemente rara, tais frames podem ser excluídos completamente da computação. Em uma modalidade preferida, a energia de sinal/ruído de frames sem dados de tráfego de link direto é escalonada antes de ser acumulada na
10 computação da relação sinal/ruído.

As estimativas da relação sinal/ruído para o sinal de link direto provenientes de cada estação base são providas a partir dos computadores de relação sinal/ruído 1002 para o processador de controle DRC 1004. O processador
15 de controle DRC 1004 seleciona a estação base que possui a relação sinal/ruído mais elevada e determina uma taxa de transmissão máxima de acordo com a relação sinal/ruído da estação base selecionada. Um sinal indicativo da identidade da estação base selecionada e da taxa de dados máxima é
20 gerado pelo processador de controle DRC 1004 e provida ao multiplexador (MUX) 1016.

A taxa de dados de link reverso reduzida pelo método descrito com referência à equação (1) é determinada pelo elemento de determinação de taxa 510 e provida ao
25 controlador de link reverso 1006. O controlador de link reverso 1006 determina a taxa em que deve transmitir seu sinal de link reverso de acordo com tal taxa de dados máxima. Na modalidade exemplar, o controlador de link reverso 1006 determina a taxa de dados de link reverso de
30 acordo com a taxa de dados máxima, a quantidade de dados enfileirados para serem transmitidos pela estação remota 122 e a quantidade de energia da bateria restante na estação remota 122.

Um sinal indicativo da taxa de dados de link
35 reverso selecionada é provido ao gerador de mensagens 1008.

Em resposta o gerador de mensagens 1008 gera um sinal indicativo da taxa de dados de link reverso selecionada e provê a mensagem do indicador de taxa de link reverso (RRI) ao multiplexador 1016. Além disso, o controlador de link reverso 1006 provê um sinal indicativo da taxa de dados de link reverso selecionada ao elemento de processamento de tráfego de link reverso 1018.

Em resposta ao sinal de taxa de dados de link reverso, o elemento de memória 1020 no elemento de processamento de tráfego de link reverso 1018 provê uma quantidade de dados para transmissão. Os dados são codificados pelo codificador 1022. A taxa de codificação e o algoritmo de codificação usados pelo codificador 1022 podem também ser selecionados em resposta à taxa de dados de link reverso selecionada. Os símbolos codificados são providos ao intercalador (INT) 1024 que reordena os símbolos de acordo com um formato de intercalação predeterminado. Os símbolos intercalados são providos ao modulador Walsh 1026.

Na modalidade exemplar, a modulação Walsh é efetuada usando-se seqüências Walsh de comprimento variável nas quais o comprimento da seqüência Walsh (e portanto o ganho de espalhamento) é variado inversamente à taxa da transmissão de link reverso. O uso de seqüências Walsh de comprimento variável está descrito em detalhes na Patente U.S. No. 5.571.761, intitulada "SYSTEM AND METHOD FOR ORTHOGONAL SPREAD SPECTRUM SEQUENCE GENERATION IN VARIABLE DATA RATE SYSTEMS", em nome da Requerente da presente invenção e aqui incorporada por referência.

Os dados de tráfego de link reverso espalhados por Walsh são providos ao espalhador PN complexo 1012. O multiplexador 1016 multiplexa a mensagem de controle de taxa de dados e a mensagem indicadora de taxa de link reverso com símbolos piloto e provê os dados multiplexados ao modulador Walsh 1014. O modulador Walsh 1014 espalha os

dados multiplexados de acordo com o código Walsh zero e provê os dados espalhados ao espalhador PN complexo 1012.

Na modalidade exemplar, o espalhamento PN do sinal de link reverso é efetuado de acordo com duas
5 seqüências PN distintas (PN_I e PN_Q) de modo a distribuir de modo uniforme a carga dos componentes em fase e em quadratura do sinal QPSK transmitido. A implementação do espalhador PN complexo 1012 está descrita no Pedido Co-
pendente de Patente U.S. No. de Série 08/886.604 acima
10 mencionado.

Os dados espalhados por PN complexo são providos ao transmissor 1010 que amplifica, filtra e converte para transmissão o sinal espalhado por PN complexo para transmissão.

15 A descrição acima das modalidades preferidas é provida para permitir que os técnicos na área efetivem ou façam uso da presente invenção. As diferentes modificações dessas modalidades ficarão prontamente claras para os técnicos na área e os princípios genéricos aqui definidos
20 podem ser aplicados a outras modalidades sem o uso das faculdades inventivas. Dessa forma, a presente invenção não deve ser limitada às modalidades aqui apresentadas, devendo receber o escopo mais amplo, consistente com os princípios e características novas aqui descritos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinar a taxa de transmissão de link reverso de uma estação remota em um sistema de comunicação em que cada estação base (102, 104, 106) em
5 comunicação com uma estação remota (122) transmite um bit de ocupação do link reverso indicando se sua capacidade do link reverso foi exaurida, o método caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

determinar (254) uma taxa de transmissão do link
10 reverso de acordo com um sinal de ocupado de link reverso combinado gerado de acordo com bits de ocupação do link reverso transmitidos por cada uma das estações base (102, 104, 106); e

transmitir os dados no link reverso de acordo com
15 a taxa de transmissão do link reverso.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de combinar de modo suave componentes de multipercursos dos bits de ocupação do link reverso
20 provenientes de cada uma das estações base (102, 104, 106) para prover uma estimativa do bit de ocupação do link reverso transmitido por cada uma das estações base (102, 104, 106).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar (254) a
25 taxa de transmissão do link reverso compreende inibir a transmissão dos dados de link reverso quando qualquer dos bits de ocupação do link reverso indique que a estação base (102, 104, 106) alcançou sua capacidade do link reverso.

30 4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar (254) a taxa de transmissão do link reverso é efetuada de acordo com os valores dos bits de ocupação do link reverso transmitidos por cada estação base (102, 104, 106) e a
35 intensidade dos sinais de link direto provenientes de cada

estação base (102, 104, 106) tal como recebidos pela estação remota (122).

5 5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar (254) a taxa de transmissão do link reverso compreende as etapas de:

10 computar uma medida de redução da taxa (derating) de acordo com os valores dos bits de ocupação do link reverso transmitidos por cada estação base (102, 104, 106) e a intensidade dos sinais de link direto provenientes de cada estação base (102, 104, 106) tal como recebidos pela estação remota (122);

15 ajustar (258) um perfil de transmissão de taxa indicativo da probabilidade de transmissão com sucesso para cada taxa de transmissão potencial do link reverso de acordo com a medida de redução da taxa; e

selecionar a taxa de transmissão do link reverso de acordo com o perfil de transmissão de taxa ajustado.

20 6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a etapa de computar a medida de redução da taxa (DM - Derating Metric) é efetuada de acordo com a equação:

$$DM = 1 - \left[1 - \left(\sum_i SNR_i \cdot RLB_i \right)^{\frac{1}{MaxSNR_i}} \right]$$

25 em que SNR_i é a relação sinal/ruído estimada da i-ésima estação base (102, 104, 106), $Max SNR_i$ é a relação sinal/ruído máxima das estações base (102, 104, 106) no conjunto ativo da estação remota (122) i, RLB_i é o valor do bit de ocupação do link reverso para a i-ésima estação base (102, 104, 106) no conjunto ativo que assume um valor de 0
30 ou 1.

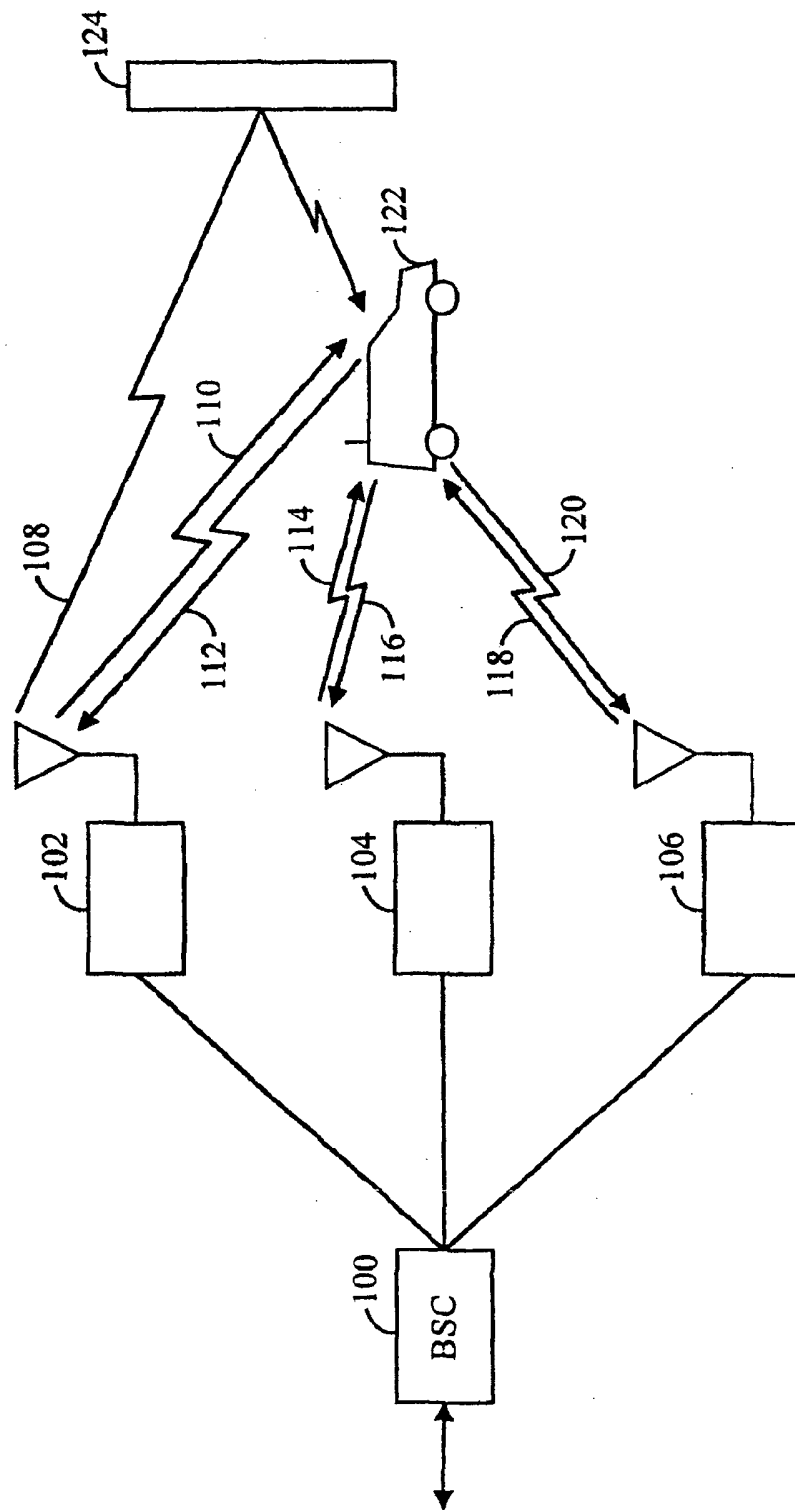


FIG. 1

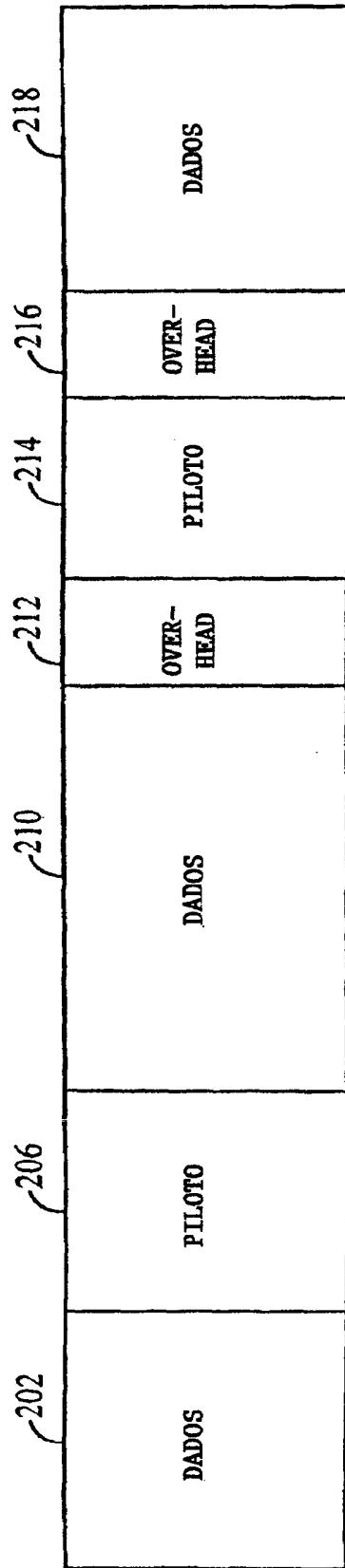


FIG. 2

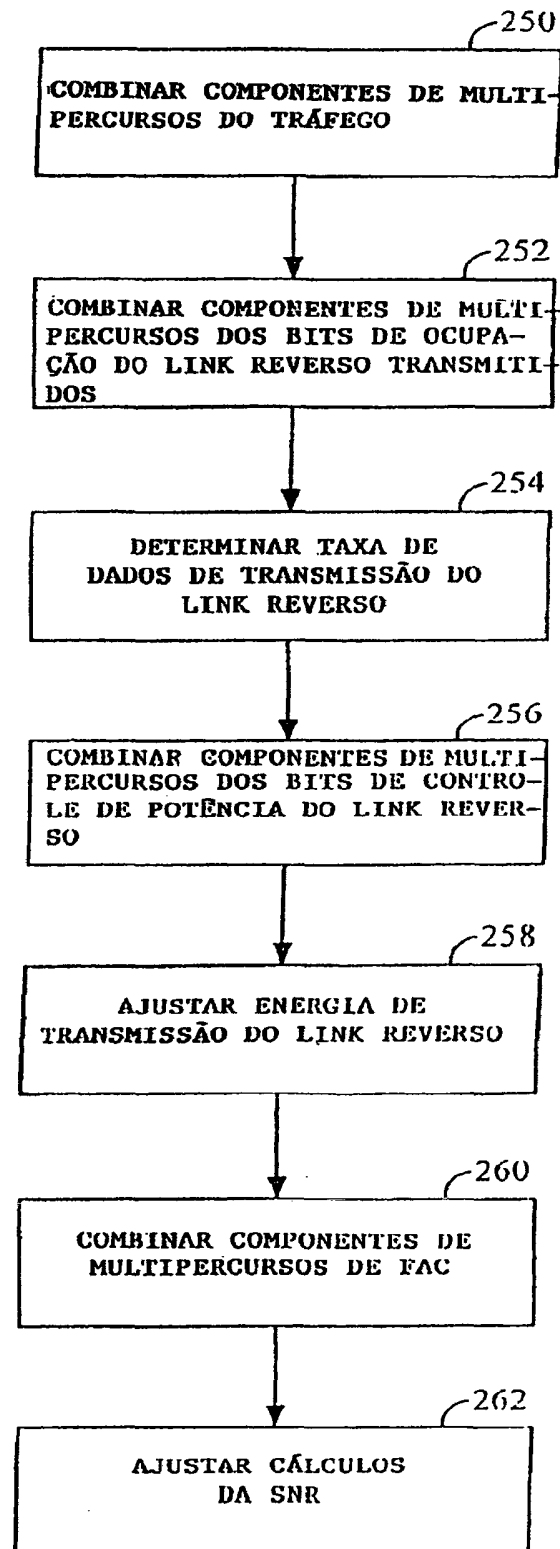


FIG. 3

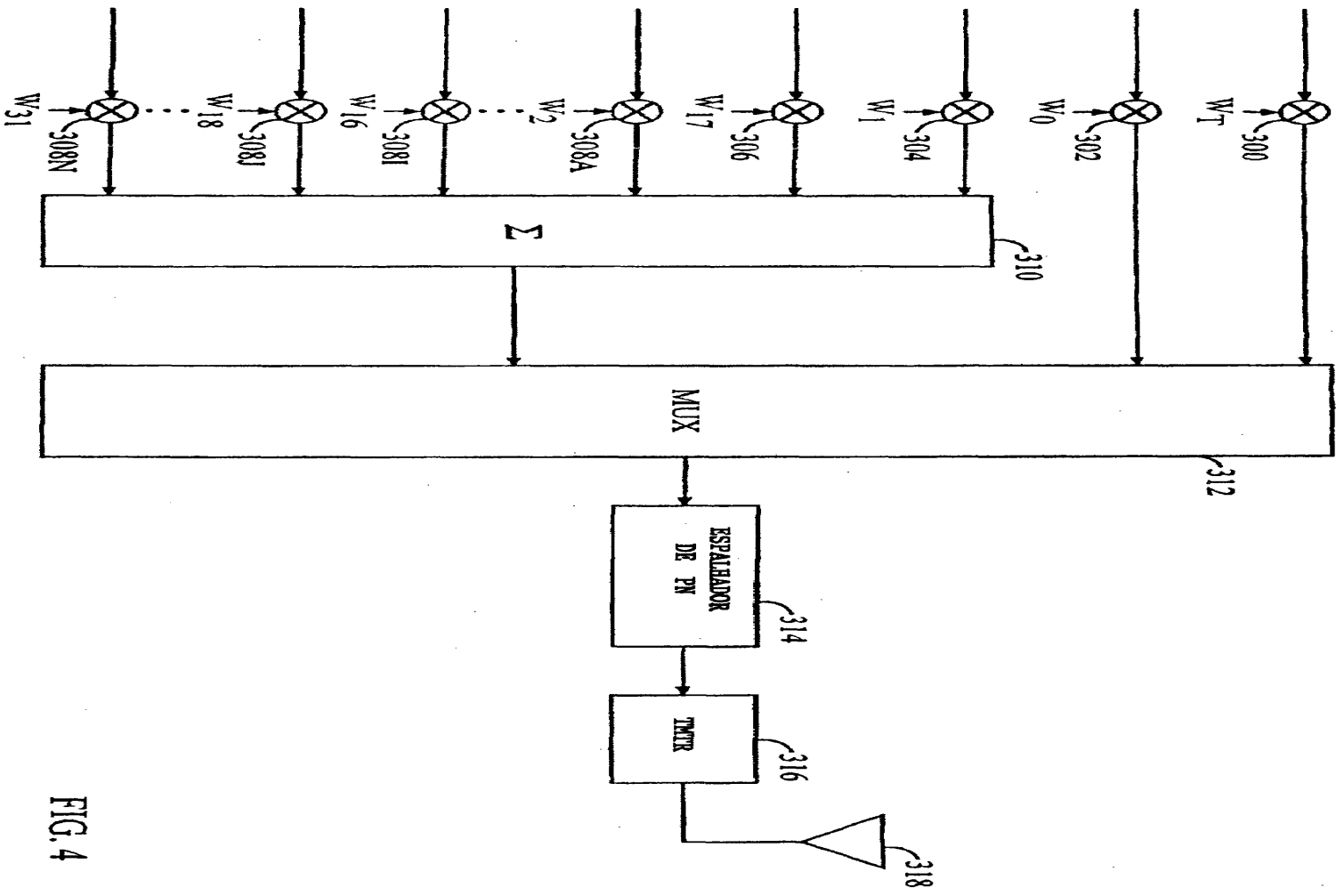


FIG. 4

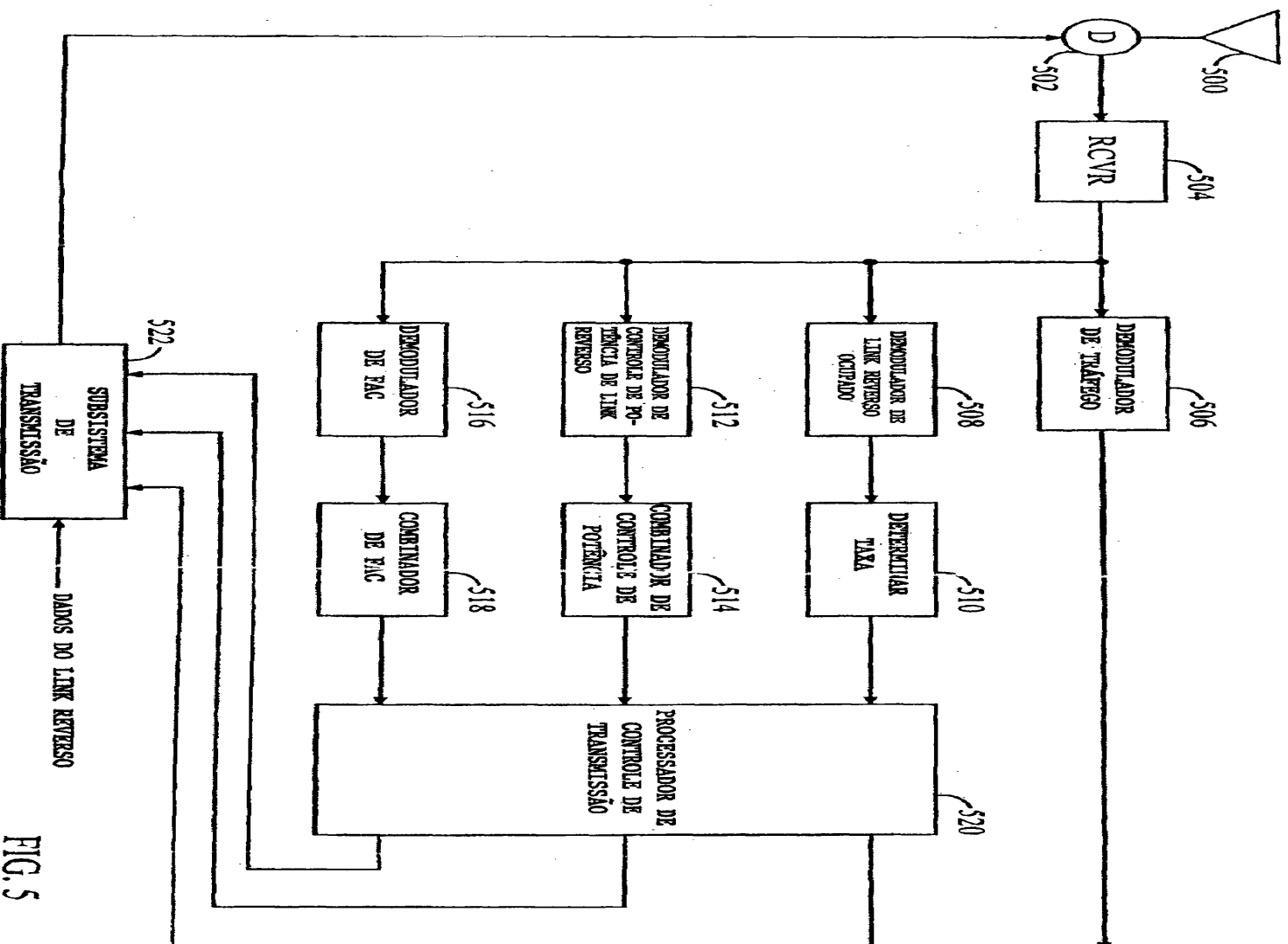


FIG. 5

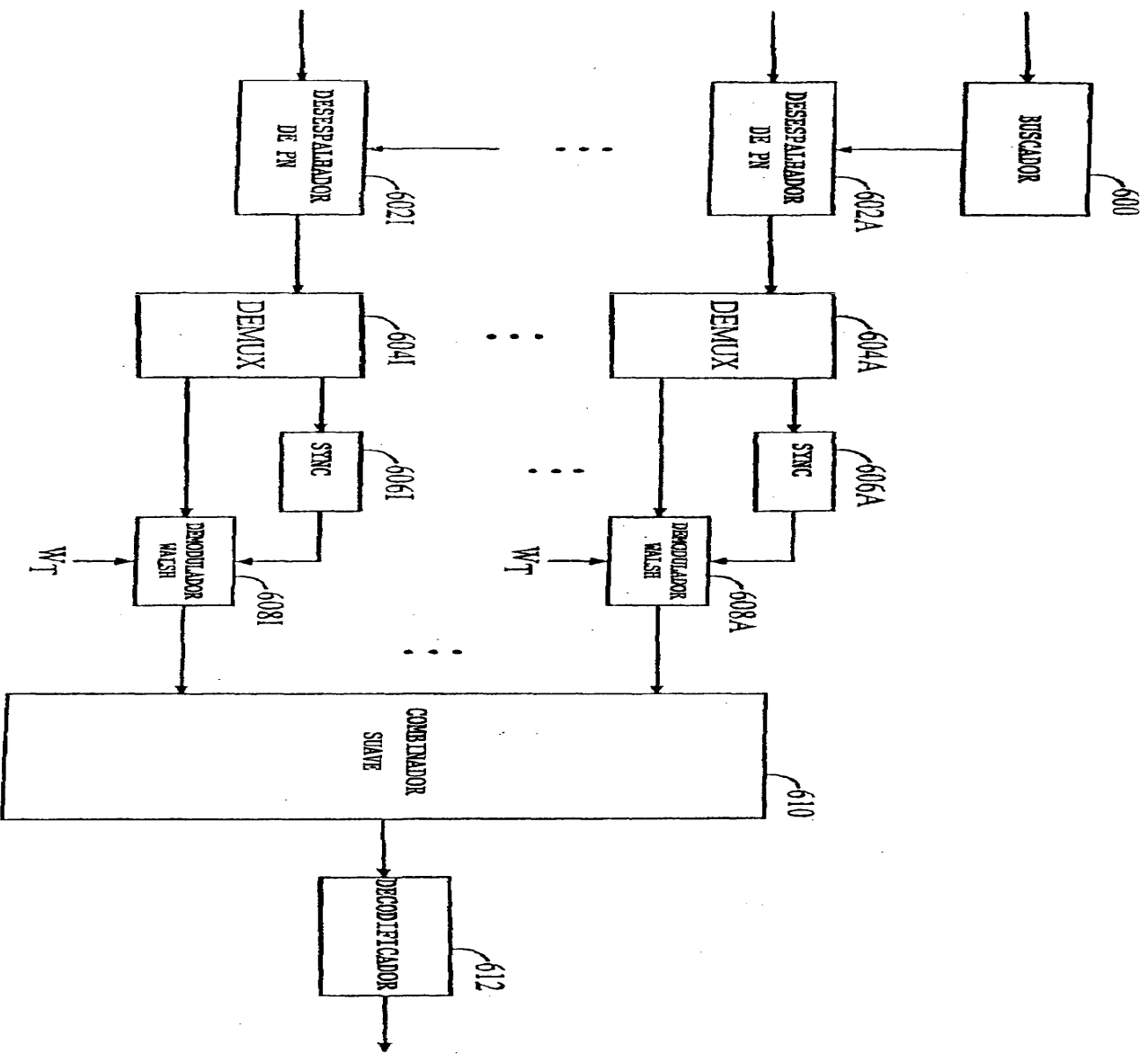


FIG. 6

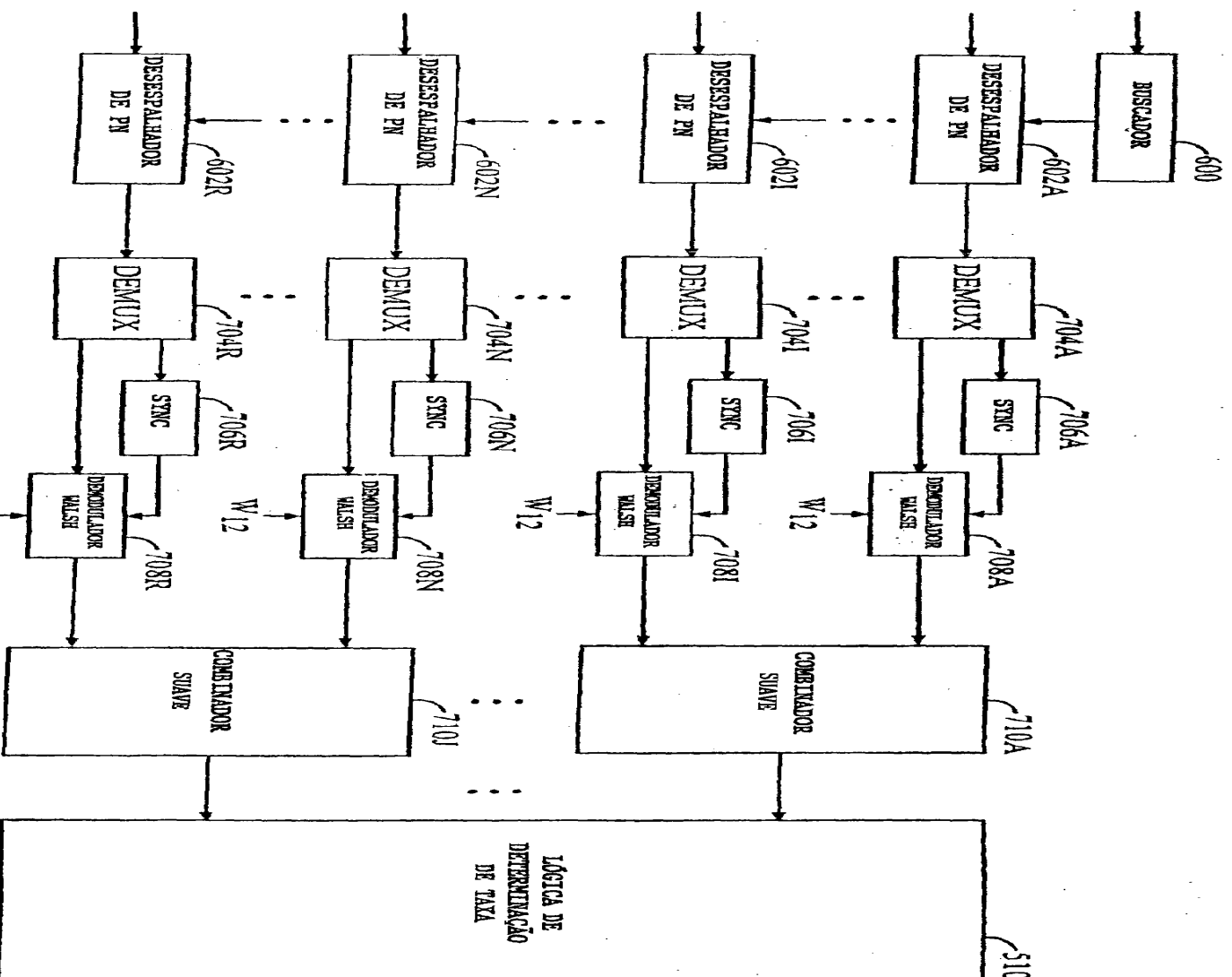


FIG. 7

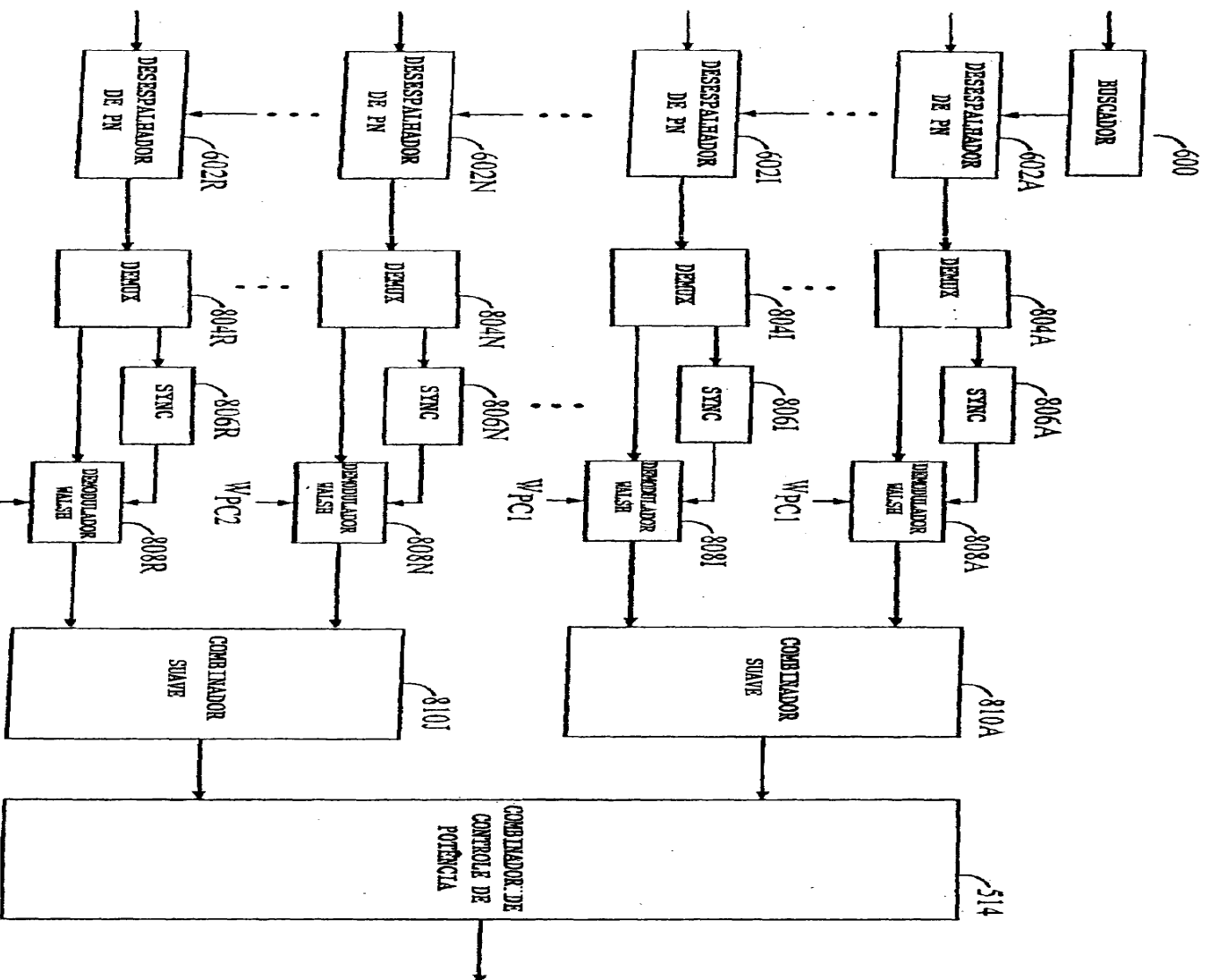
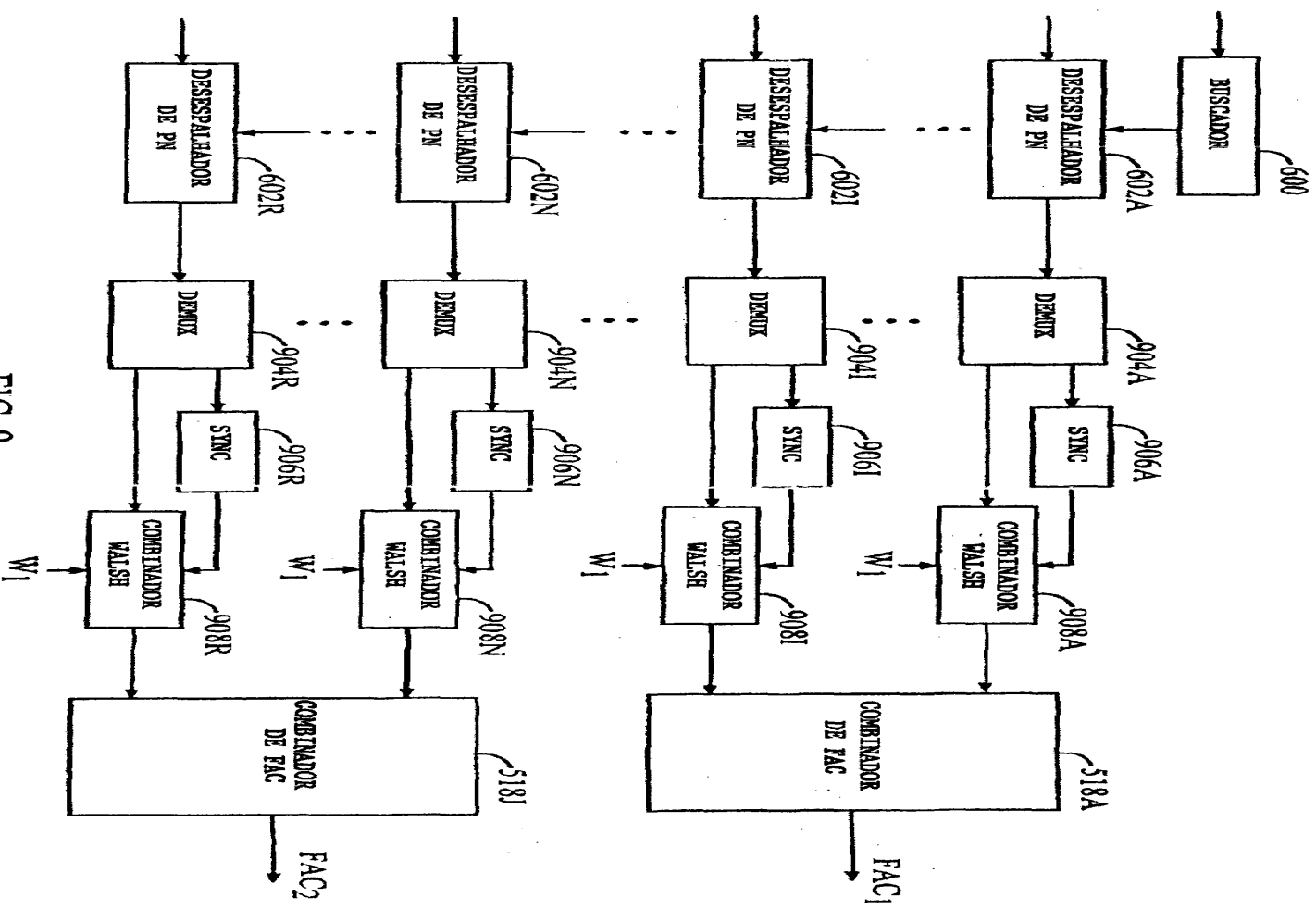


FIG. 8



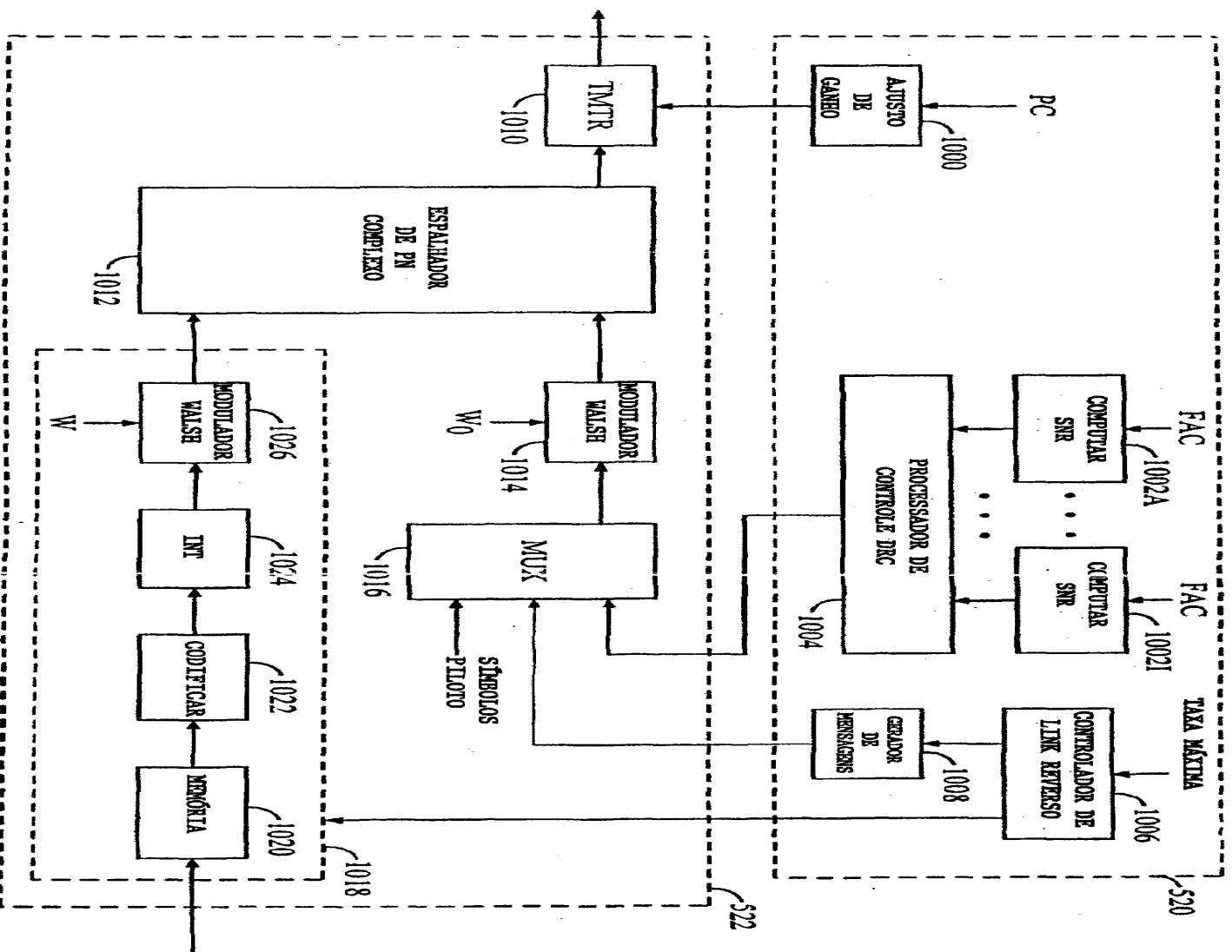


FIG. 10

RESUMO

Patente de Invenção: MÉTODO PARA DETERMINAR A TAXA DE TRANSMISSÃO DE LINK REVERSO.

Bits de ocupação do link reverso são gerados
5 independentemente por cada estação base (102, 104 e 106) e
são indicativos de se a estação base transmissora (102, 104
e 106) chegou a um limite de capacidade do link reverso. Em
uma primeira modalidade exemplar, a estação remota (122)
combina as componentes de multipercursos dos bits de
10 ocupação do link reverso provenientes de cada uma das
estações base transmissoras (102, 104 e 106) em seu
conjunto ativo e em resposta transmite um sinal de link
reverso somente quando todos os bits de ocupação do link
reverso indiquem que as estações base (102, 104 e 106) no
15 conjunto ativo da estação remota possuem capacidade do link
reverso. Em uma primeira modalidade alternativa, a estação
remota pondera os sinais de ocupado do link reverso de
acordo com a intensidade do sinal da estação base (102, 104
e 106) que transmite o sinal de ocupado e determina se deve
20 transmitir com base na soma ponderada dos sinais de
ocupado.