

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

(11) PI 9812274-6 B1



(22) Data de Depósito: 07/08/1998
(45) Data da Concessão: 11/12/2012
(RPI 2188)

(51) Int.Cl.:
H04B 7/00

(54) Título: MÉTODO E SISTEMA PARA CONTROLAR UM PARÂMETRO ASSOCIADO COM UM SINAL EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO.

(30) Prioridade Unionista: 07/08/1997 US 08/908,525

(73) Titular(es): Qualcomm Incorporated

(72) Inventor(es): Tobin A. Prescott

"MÉTODO E SISTEMA PARA CONTROLAR UM PARÂMETRO ASSOCIADO COM UM SINAL EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO".

Campo da Invenção

A presente invenção é de um modo geral relacionada a sistemas de comunicação de espectro espalhado, e mais particularmente, a um método e equipamento para ajustar parâmetros de sinal em tais sistemas, na presença de retardo de circuito de controle ou de trajeto na detecção do status do sinal e uso de um elemento controlável para efetuar modificações no status detectado. A invenção é também relacionada ao uso da potência de transmissão como um parâmetro que é controlado para minimizar a interferência entre transmissores que operam simultaneamente e para maximizar a qualidade de comunicações individuais.

Descrição da Técnica Correlacionada

Uma diversidade de sistemas e técnicas de comunicação de acesso múltiplo foi desenvolvida para a transferência de informações entre um grande número de usuários do sistema. No entanto, as técnicas de modulação por espectro espalhado, tais como as técnicas de espectro espalhado de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA) propiciam vantagens significativas em relação a outros esquemas de modulação, especialmente ao prover serviços para um grande número de usuários do sistema de comunicação. O uso de técnicas CDMA em sistemas de comunicação de acesso múltiplo é descrito na Patente US Nº 4,901,307, emitida em 13 de fevereiro de 1990, intitulada "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS" e no Pedido de Patente US Nº de Série 08/368,570, intitulado "METHOD AND APPARATUS FOR USING FULL SPECTRUM TRANSMITTED POWER IN A SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEM FOR TRACKING INDIVIDUAL RECIPIENT PHASE TIME AND ENERGY", ambos em nome da

Requerente da presente invenção e aqui incorporadas por referência.

Tais patentes descrevem sistemas de comunicação em que um grande número de usuários ou unidades de assinantes móveis ou remotas ("unidades móveis") empregam pelo menos um transceptor para comunicar com outras unidades móveis, ou usuários de outros sistemas conectados, tais como a rede de telefonia comutada pública. Os sinais de comunicação são transferidos através de repetidoras de satélites e gateways (portais), ou diretamente para estações base terrestres (também algumas vezes denominadas como centrais celulares ou células).

Nas comunicações CDMA, o espectro de freqüências pode ser reutilizado múltiplas vezes, permitindo, desse modo, um aumento no número de unidades móveis. O uso de CDMA resulta em uma eficiência espectral muito mais elevada do que a que pode ser conseguida pelo uso de outras técnicas de acesso múltiplo. No entanto, para maximizar a capacidade do sistema de comunicação como um todo e manter níveis aceitáveis de interferência mútua e qualidade de sinal, a potência de sinal transmitida dentro do sistema deve ser controlada de forma a manter, em um nível mínimo, a quantidade de potência necessária para qualquer enlace de comunicação. Ao controlar a potência de sinal transmitida no ou próximo ao nível mínimo, a interferência com outras unidades móveis é reduzida.

Nos sistemas de comunicação que empregam satélites, os sinais de comunicação tipicamente sofrem de desvanecimento que é caracterizado como sendo Rician. Assim, o sinal recebido consiste de um componente direto somado com múltiplos componentes refletidos possuindo estatísticas de desvanecimento Rayleigh. A razão de potências entre o componente direto e os componentes refletidos é tipicamente da ordem de 6 a 10 dB, dependendo

das características da antena da unidade móvel e do ambiente em que a unidade móvel opera.

Em contraste aos sistemas de comunicação por satélite, os sinais de comunicação em sistemas de comunicação terrestres experimentam desvanecimento de sinal que tipicamente consiste apenas dos componentes refletidos, ou de Rayleigh, sem um componente direto. Dessa forma, os sinais de comunicação terrestres passam por um ambiente de desvanecimento mais severo que os sinais de comunicação por satélite, em que o desvanecimento Rician é a característica de desvanecimento predominante.

O desvanecimento Rayleigh no sistema de comunicação terrestre é causado pelo fato de que os sinais de comunicação são refletidos por muitas características diferentes do ambiente físico. Como resultado, um sinal chega quase simultaneamente em um receptor de unidade móvel a partir de várias direções com diferentes retardos de transmissão. Nas bandas de freqüência de UHF usualmente empregadas pelas comunicações de rádio móveis, incluindo estas de sistemas de telefonia móvel celular, diferenças de fase significativas entre os sinais que percorrem diferentes trajetórias podem ocorrer. A possibilidade de soma destrutiva dos sinais pode resultar em desvanecimentos profundos ocasionais.

Para prover um canal full-duplex para permitir que ambas as direções de uma conversação fiquem simultaneamente ativas, tal como provido pelo sistema de telefonia cabeado convencional, uma banda de freqüência é usada para o enlace de saída (outbound) ou enlace direto (forward enlace) - isto é, a transmissão a partir do transmissor do gateway ou central celular para o receptor da unidade móvel-, e uma banda de freqüência diferente é utilizada para o enlace de entrada (inbound) ou enlace reverso (reverse enlace) - isto é, a transmissão a partir do transmissor da unidade móvel para o receptor do gateway

ou central celular. Tal separação de banda de freqüência permite que o transmissor e o receptor de uma unidade móvel fiquem ativos simultaneamente sem realimentação ou interferência proveniente do transmissor para o receptor.

5 No entanto, o uso de diferentes bandas de freqüência apresenta significativas implicações em termos de controle de potência. O uso de diferentes bandas de freqüência implica em que o desvanecimento de múltiplas trajetórias (multipath) constitua processos independentes
10 para os enlaces direto e reverso. A perda de trajetória de enlace direto não pode ser simplesmente medida e se presumir que a mesma perda de trajetória esteja presente no enlace reverso.

15 Além disso, em um sistema de telefonia móvel celular, o telefone móvel pode comunicar através de múltiplas centrais celulares tal como descrito no Pedido Co-pendente de Patente US Nº de Série 07/433,030, depositado em 7 de novembro de 1989, intitulado "METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A SOFT HANDOFF IN COMMUNICATIONS IN A
20 CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", a descrição é aqui incorporada por referência. Nas comunicações com múltiplas centrais celulares, a unidade móvel e as centrais celulares incluem um esquema de múltiplos receptores, tal como descrito no pedido acima mencionado e adicionalmente
25 detalhado no Pedido Co-pendente de Patente US Nº de Série 07/432,552, também depositado em 7 de novembro de 1989 e intitulado "DIVERSITY RECEIVER IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", a descrição é aqui também incorporada por referência.

30 Um método para controle de potência consiste em que a unidade móvel ou o gateway inicialmente mede o nível de potência de um sinal recebido. Tal medição de potência é usada, juntamente com o conhecimento dos níveis de potência de transmissão de enlace direto pelo transponder para cada
35 satélite que está sendo utilizado e o conhecimento da

sensibilidade do receptor da unidade móvel e do gateway, para estimar a perda de trajetória para cada canal da unidade móvel. A estação base ou o transceptor da unidade móvel podem a seguir determinar a potência apropriada a ser usada para as transmissões de sinais para a unidade móvel, levando em consideração a estimativa de perda de trajetória, uma taxa de dados transmitida e uma sensibilidade do receptor do satélite. No caso da unidade móvel, uma solicitação pode ser feita por mais ou menos 5 potência em resposta a tais medições e determinações. Concomitantemente, o gateway pode aumentar ou reduzir a 10 potência em resposta a tais solicitações, ou em resposta às suas próprias medições.

Os sinais transmitidos pela unidade móvel para o 15 satélite são repassados pelo satélite ao gateway e de um modo geral para um sistema de controle do sistema de comunicação. O gateway ou o sistema de controle mede a potência do sinal recebido a partir dos sinais transmitidos. O gateway a seguir determina o desvio do 20 nível de potência recebido em relação a um mínimo necessário para manter o nível de comunicação desejado. De preferência, o nível de potência mínimo desejado é o nível de potência necessário para manter comunicações com qualidade, reduzindo a interferência no sistema.

O gateway a seguir transmite um sinal de comando 25 de controle de potência para a unidade móvel de modo a ajustar ou efetuar uma "sintonia fina" da potência de transmissão da unidade móvel. Tal sinal de comando é usado pela unidade móvel para mudar o nível de potência de 30 transmissão para mais próximo ao nível mínimo necessário para manter as comunicações desejadas. A medida que modificam as condições do canal, tipicamente devido ao movimento da unidade móvel ou do satélite, a unidade móvel responde aos comandos de controle provenientes do gateway 35 para ajustar continuamente o nível da potência de

transmissão de modo a manter um nível de potência apropriado.

Em tal configuração, os comandos de controle provenientes do gateway são denominados como realimentação de controle de potência. A realimentação de controle de potência proveniente do gateway é de um modo geral bem lenta devido a retardos de propagação no percurso de ida e volta através dos satélites. Um retardo de propagação unidirecional empregando uma órbita de satélite LEO típica (1414 km/879 milhas) é da ordem de 9 a 26 ms. Dessa forma, um comando de controle de potência proveniente do gateway pode chegar à unidade móvel até 26 ms após ter sido enviado. De forma similar, uma mudança na potência transmitida efetuada pela unidade móvel em resposta ao comando de controle de potência é detectada pelo gateway até 26 ms após a mudança ter sido efetuada. O retardo de propagação de ida e volta total em tal sistema é da ordem de 18 a 53 ms. Dessa forma, até 53 ms de retardo podem se passar entre o momento em que um comando de controle de potência é enviado pelo gateway e o momento em que a resposta (isto é, a modificação do nível de potência causada por tal comando de controle de potência) é detectada no gateway.

Dessa forma, um comando de controle de potência de transmissão sofre o retardo de propagação de ida e volta, bem como os retardos de processamento típicos, antes que os resultados de tal comando possam ser detectados pela unidade de medição. Infelizmente, em particular quando o retardo de propagação é elevado, um ajuste na potência de transmissão em resposta ao comando de controle de potência efetuado pela unidade móvel não irá ocorrer e ser detectado pelo gateway antes do próximo momento em que a potência recebida é medida no gateway. Isto resulta no envio de outro comando de controle de potência para ajustar a potência de transmissão sem o benefício da implementação do

comando de controle de potência anterior. Na realidade, dependendo do retardo de propagação e do tempo de iteração do circuito de controle de potência, vários comandos de controle de potência podem ficar pendentes ou "em propagação" antes que o primeiro comando de controle de potência seja respondido pela unidade móvel e os resultados detectados pelo gateway. Como resultado, a potência de transmissão oscila em torno de um ponto de ajuste (set point) no que é denominado como "ciclo limite" (limit cycle). Isto é, a potência de transmissão ultrapassa ou não (overshoots ou undershoots) uma quantidade desejada devido a retardos na chegada e implementação de comandos.

Uma possível solução para este problema é simplesmente aumentar o tempo de iteração do circuito de controle de potência, de forma a que ele se assemelhe mais aos retardos de propagação e processamento. No entanto, o impacto de desvanecimento rápido e bloqueios repentinos do sinal sofridos pelos sinais de comunicação requerem tempos de iteração curtos para impedir a perda repentina do sinal. Como resultado, a potência de transmissão pode repentina e desnecessariamente ser elevada, resultando em potência desperdiçada e maior interferência no sistema.

O que se necessita é um método e equipamento que respondam rapidamente a mudanças na potência do sinal transmitido, ou outros parâmetros ou requisitos do sinal e compensa o impacto dos retardos de propagação e processamento associados aos comandos de controle correspondentes. É desejável que tais método e equipamento demandem pouca complexidade adicional, modificações da estrutura de controle ou de protocolo nos gateways.

Sumário da Invenção

A presente invenção é direcionada a um método e equipamento úteis para ajustar parâmetros de sinal, de preferência a potência de transmissão do sinal, em um sistema de comunicação. Em particular, a presente invenção

é direcionada a um método e equipamento para ajustar a potência de transmissão, ou outras condições de operação, em sistemas de comunicação, tais como estes que empregam satélites, que sofrem significativos retardos de propagação de sinal. A presente invenção compensa o impacto dos retardos de propagação associados com os comandos de controle de potência enviados por um gateway para uma unidade móvel, mantendo um histórico dos comandos de controle de potência que foram previamente enviados à unidade móvel e cujo efeito sobre a potência de transmissão do sinal ainda não foram detectados no gateway.

Em uma modalidade da presente invenção, um circuito de controle de potência localizado no gateway determina um nível de potência recebido de um sinal transmitido a partir da unidade móvel. O circuito de controle de potência compara o nível de potência recebido com um nível de potência desejado. Caso o nível de potência recebido seja menor que o nível de potência desejado, um comando de controle de potência é enviado instruindo a unidade móvel para que eleve sua potência de transmissão. Caso o nível de potência recebido seja maior que o nível de potência desejado, um comando de controle de potência é enviado instruindo a unidade móvel para que reduza sua potência de transmissão.

Face aos retardos de propagação devidos à distância entre o gateway e a unidade móvel, especialmente em sistemas de comunicação baseados em satélite, vários comandos de controle de potência, ou as respostas a eles associadas, podem estar em trânsito entre o gateway e a unidade móvel. Um primeiro conjunto de comandos de controle de potência inclui comandos de controle de potência que estão se propagando ao longo de um enlace direto do sistema de comunicação e ainda não alcançaram a unidade móvel. A unidade móvel não respondeu ao primeiro conjunto de comandos de controle de potência através do ajuste de sua

potência de transmissão pois os comandos de controle de potência ainda não foram recebidos.

Um segundo conjunto de comandos de controle de potência inclui comandos de controle de potência cujos efeitos (isto é, sinais com níveis de potência ajustados) estão se propagando ao longo de um enlace reverso do sistema de comunicação e ainda não alcançaram um gateway. A unidade móvel recebeu e respondeu a tais comandos de controle de potência, porém seus correspondentes ajustes no nível de potência de transmissão ainda não alcançaram o gateway para detecção.

Uma das características da presente invenção é manter um histórico tanto do primeiro conjunto de comandos de controle de potência (isto é, aqueles que estão se propagando ao longo do enlace direto e que ainda não chegaram ao usuário móvel) como do segundo conjunto de comandos de controle de potência (isto é, aqueles que estão se propagando ao longo do enlace reverso e cujos ajustes não foram ainda detectados pelo gateway) como um conjunto de comandos de controle de potência "pendentes". Os comandos de controle de potência pendentes são usados pelo circuito de controle de potência para determinar novos comandos de controle de potência. Especificamente, os comandos de controle de potência pendentes são adicionados ao nível de potência recebido antes de compará-lo com o nível de potência desejado. Dessa forma, os comandos de controle de potência pendentes são contabilizados ou considerados em subsequentes determinações de novos comandos de controle de potência. Isto reduz as oscilações, denominadas como "ciclos limite", da potência de transmissão em torno do nível de potência desejado.

Outra característica da presente invenção é a de que ela não requer complexidade adicional, estrutura de controle adicional, ou mudanças no protocolo de comando de controle de potência dos sistemas de comunicação

convencionais. Além disso, tal técnica propicia melhorias similares para sistemas que empregam um protocolo de comando de controle de potência de múltiplos bits. Dessa forma, mudanças no protocolo de comando de controle de 5 potência não são necessárias. Adicionalmente, a presente invenção pode ser incorporada a circuitos de controle de potência convencionais com pequenas alterações.

Breve Descrição das Figuras

As características, objetivos e vantagens da 10 presente invenção ficarão mais claros através da descrição detalhada apresentada a seguir, quando lida em conjunto com os desenhos, nos quais referências numéricas similares identificam itens correspondentes e nos quais:

Figura 1 - ilustra um sistema de comunicação sem 15 fio típico no qual a presente invenção é usada;

Figura 2 - ilustra um exemplo de um equipamento transceptor para uso por um usuário móvel;

Figura 3 - ilustra um exemplo de um equipamento de transmissão e recepção para uso em um gateway;

20 Figura 4 - ilustra uma transmissão de enlace direto e enlace reverso entre um gateway e um usuário móvel;

Figura 5 - ilustra a temporização de um comando de controle de potência ao longo de um enlace direto e um 25 enlace reverso de um sistema de comunicação;

Figura 6 - ilustra um circuito de controle de potência;

Figura 7 - ilustra um compensador convencional usado em circuitos de controle de potência;

30 Figura 8 - ilustra um problema de ciclo limite do compensador convencional;

Figura 9 - ilustra um compensador de acordo com a presente invenção para uso em circuitos de controle de potência;

Figura 10 - ilustra uma melhor resposta do compensador de acordo com a presente invenção, incluindo uma redução no ciclo limite;

Figura 11 - é um fluxograma ilustrando a operação 5 da presente invenção; e

Figura 12 - é um fluxograma ilustrando a operação do compensador em maiores detalhes.

Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas

A presente invenção é particularmente adequada 10 para uso em sistemas de comunicação que empregam satélites de órbita terrestre baixa (LEO - Low Earth Orbit). No entanto, como ficará claro para os técnicos na área em questão, o conceito da presente invenção pode também ser aplicado a sistemas de satélites que não são utilizados 15 para finalidades de comunicação. A invenção pode também ser aplicada a sistemas de satélites nos quais os satélites percorrem órbitas não-LEO, ou a sistemas de repetidores não baseados em satélites, caso ocorra um retardo de propagação suficientemente grande dos sinais.

20 A modalidade preferida da invenção será descrita em detalhes mais adiante. Apesar de serem descritas etapas, configurações e disposições específicas, deve ficar claro que isto é feito apenas com finalidades de ilustração. Os técnicos na área em questão irão constatar que outras 25 etapas, configurações e disposições podem ser usadas sem afastar do conceito inventivo e escopo da presente invenção. A presente invenção poderia encontrar utilidade em uma diversidade de sistemas de informações e comunicações sem fio, incluindo estes destinados a sistemas 30 de determinação de posição e de telefonia celular terrestre ou por satélites. Uma aplicação preferida é em sistemas de comunicação sem fio, de espectro espalhado, de CDMA, para serviços de telefonia móveis ou portáteis.

35 Um exemplo de sistema de comunicação sem fio em que a presente invenção é útil é ilustrado na Figura 1.

Considera-se que tal sistema de comunicação utiliza sinais de comunicação do tipo CDMA, porém não é requerido pela presente invenção. Em uma parte de um sistema de comunicação 100 ilustrado na Figura 1, são apresentados uma estação base 112, dois satélites 116 e 118, e dois gateways ou centrais associados 120 e 122 para efetuar comunicações com duas unidades móveis remotas 124 e 126. Tipicamente, as estações base e satélites/gateways são componentes de sistemas de comunicação separados, designados como sendo terrestres e baseados em satélites, apesar de não ser necessário. O número total de estações base, gateways e satélites em tais sistemas depende da capacidade desejada para o sistema e outros fatores bem conhecidos pelos técnicos na área.

As unidades móveis 124 e 126 incluem, cada uma, um dispositivo de comunicação sem fio tal como, porém não limitado a, um telefone celular, um transceptor de dados ou dispositivo de transferência (por exemplo, computadores, assistentes de dados pessoais, fac-símiles), ou um receptor do tipo pager ou para determinação de posição, podendo ser portátil ou estar montado em um veículo, conforme desejado. Tipicamente, tais unidades são portáteis ou montadas em veículos, conforme desejado. Aqui as unidades móveis são ilustradas na forma de telefones portáteis. No entanto, deve também ficar claro que os ensinamentos da invenção podem ser aplicados a unidades fixas ou outros tipos de terminais em que se deseja serviço sem fio remoto, incluindo locais "internos" bem como "ao ar livre".

Os termos estação base, gateway ou portal, central e estação fixa são algumas vezes usados de maneira intercambiável nesta área, sendo os gateways de um modo geral considerados como incluindo estações base especializadas que direcionam comunicações através de satélites. As unidades móveis são também designadas como unidades de assinante, terminais de usuário, estações

móveis, ou simplesmente "usuários", "móveis", ou "assinantes", em alguns sistemas de comunicação, dependendo da preferência.

De um modo geral, os feixes provenientes de 5 satélites 116 e 118 cobrem diferentes áreas geográficas em padrões pré-definidos. Os feixes com diferentes freqüências, também denominados como canais ou "sub-feixes" CDMA, podem ser direcionados para se sobrepor em uma mesma região. É também prontamente compreendido pelos técnicos na 10 área que a cobertura do feixe ou áreas de serviço para múltiplos satélites, ou estações base celulares, podem ser projetadas para se sobrepor completamente ou parcialmente em uma dada região, dependendo do projeto do sistema de comunicação e do tipo de serviço que está sendo oferecido, 15 e se diversidade espacial está sendo alcançada. Como exemplo, cada uma pode prover serviço para diferentes conjuntos de usuários com diferentes características em freqüência diferentes, ou uma dada unidade móvel pode utilizar múltiplas freqüências e/ou múltiplos provedores de 20 serviço, cada um com coberturas geofísicas de sobreposição.

Uma diversidade de sistemas de comunicação com múltiplos satélites já foi proposta, com um sistema exemplar empregando cerca de 48 ou mais satélites, percorrendo oito diferentes planos orbitais em órbitas LEO, 25 para prestar serviço a um grande número de unidades móveis. No entanto, os técnicos na área irão prontamente compreender como os ensinamentos da presente invenção podem ser aplicados a uma diversidade de configurações de sistemas de satélites e gateways, incluindo outras 30 distâncias orbitais e constelações. Concomitantemente, a invenção pode ser igualmente aplicada a sistemas terrestres com várias configurações de estação base.

Na Figura 1, algumas trajetórias de sinais possíveis são ilustradas, para comunicações sendo 35 estabelecidas entre unidades móveis 124 e 126 e a estação

base 112, ou através de satélites 116 e 118, com os gateways 120 e 122. Os enlaces de comunicação de estação base - unidade móvel são ilustrados pelas linhas 130 e 132. Os enlaces de comunicação de satélite - unidade móvel entre 5 os satélites 116 e 118, e as unidades móveis 124 e 126 são ilustrados pelas linhas 140, 142 e 144. Os enlaces de comunicação de gateway - satélite, entre os gateways 120 e 122 e os satélites 116 e 118, são ilustrados pelas linhas 146, 148, 150 e 152. Os gateways 120 e 122 e a estação base 10 112 podem ser usados como parte de sistemas de comunicação unidirecional ou bidirecional (one way/two way) ou simplesmente para transferir mensagens ou dados para as unidades móveis 124 e 126.

Um transceptor 200 exemplar para uso em uma 15 unidade móvel 106 é ilustrado na Figura 2. O transceptor 200 usa pelo menos uma antena 210 para receber sinais de comunicação que são transferidos para um receptor analógico 214, onde eles são convertidos descendenteamente, amplificados e digitalizados. Um elemento duplexador 212 é 20 tipicamente utilizado para permitir que a mesma antena sirva às funções de transmissão e recepção. No entanto, alguns sistemas empregam antenas separadas para operar em diferentes freqüências de transmissão e recepção.

Os sinais de comunicação digitais emitidos pelo 25 receptor analógico 214 são transferidos para pelo menos um receptor de dados digital 216A e pelo menos um receptor buscador digital 218. Receptores de dados digitais adicionais 216B a 216N podem ser usados para obter níveis desejados de diversidade de sinal, dependendo do nível 30 aceitável de complexidade da unidade, como ficará claro para os técnicos na área em questão.

Pelo menos um processador de controle 220 de unidade móvel é acoplado aos receptores de dados digitais 216A a 216N e receptor buscador 218. O processador de 35 controle 220 propicia, entre outras funções, o

processamento básico de sinais, temporização, controle ou coordenação de potência e repasse, e seleção da freqüência usada para as portadoras de sinal. Outra função de controle básica amiúde efetuada pelo processador de controle 220 é a de seleção ou manipulação das seqüências de código PN ou funções ortogonais a serem usadas para processar formas de onda do sinal de comunicação. O processamento de sinal pelo processador de controle 220 pode incluir uma determinação da intensidade de sinal relativa e a computação de vários parâmetros de sinais relacionados. Tais computações de parâmetros de sinais, tais como a temporização e freqüência, podem incluir o uso de circuitos dedicados adicionais ou separados para prover maior eficiência ou velocidade nas medições ou melhor alocação de recursos de processamento de controle.

As saídas dos receptores de dados digitais 216A a 216N são acopladas a circuitos de banda base digital 222 dentro da unidade móvel. Os circuitos de banda base digital de usuário 222 compreendem elementos de processamento e apresentação usados para transferir informações de e para um usuário da unidade móvel. Isto é, elementos de armazenamento de sinais ou dados, tais como uma memória digital transiente ou de longo prazo; dispositivos de entrada e saída, tais como telas de display, alto-falantes, terminais de teclado, e aparelhos celulares; elementos A/D, vocodificadores e outros elementos de processamento de sinais de voz e analógicos; etc., todos formam partes dos circuitos de banda base digital de usuário 222 utilizando elementos bem conhecidos pelos técnicos na área. Caso seja empregado o processamento de sinal de diversidade, os circuitos de banda base digital 222 podem incluir um combinador de diversidade e decodificador. Alguns desses elementos podem também operar sob o controle de, ou em comunicação com o, processador de controle 220.

Quando voz ou outros dados são preparados como uma mensagem de saída ou sinais de comunicação originários da unidade móvel, os circuitos de banda base digital de usuário 222 são usados para receber, armazenar, processar, 5 e de outras formas preparar os dados desejados para transmissão. Os circuitos de banda base digital de usuário 222 provêem tais dados para um modulador de transmissão 226 que opera sob o controle do processador de controle 220. A saída do modulador de transmissão 226 é transferida para um 10 controlador de potência 228 que provê controle de potência de saída a um amplificador de potência de transmissão 230 para a transmissão final do sinal de saída da antena 210 para um gateway.

A unidade móvel 200 pode também empregar um ou 15 mais elementos de pré-correção (não mostrados), conforme desejado, na trajetória de transmissão para ajustar a freqüência dos sinais emitidos. Isto pode ser conseguido usando uma ou uma variedade de técnicas bem conhecidas. A unidade móvel 200 pode também empregar um elemento de pré- 20 correção na trajetória de transmissão para ajustar a temporização dos sinais emitidos, usando técnicas bem conhecidas de adição ou subtração de retardo na forma de onda de transmissão.

Informações ou dados correspondendo a um ou mais 25 parâmetros de sinal medidos para sinais de comunicação recebidos, ou um ou mais sinais de recursos compartilhados, podem ser enviados para o gateway usando uma variedade de técnicas conhecidas pelos técnicos na área. Como exemplo, 30 as informações podem ser transferidas na forma de um sinal de informações separado ou serem anexadas a outras mensagens preparadas pelos circuitos de banda base digital de usuário 222. Alternativamente, as informações podem ser inseridas na forma de bits de controle predeterminados pelo modulador de transmissão 226 ou pelo controlador de 35 potência de transmissão 228 sob controle do processador de

controle 220. Ver, por exemplo, as Patentes US N^{os} 5,383,219, intitulada "FAST FORWARD ENLACE POWER CONTROL IN A CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS SYSTEM", emitida em 17 de janeiro de 1995, e 5,396,516 intitulada "METHOD AND SYSTEM FOR THE DYNAMIC MODIFICATION OF CONTROL PARAMETERS IN A TRANSMITTER POWER CONTROL SYSTEM", emitida em 7 de março de 1995; e 5,267,262, intitulada "TRANSMITTER POWER CONTROL SYSTEM", emitida em 30 de novembro de 1993.

Os receptores digitais 216A-N e o receptor buscador 218 são configurados com elementos de correlação de sinal para demodular e seguir ou encontrar sinais específicos. O receptor buscador 218 é usado para procurar sinais piloto, ou outros sinais fortes de padrão relativamente fixo, enquanto que os receptores digitais 216A-N são usados para demodular outros sinais associados com os sinais piloto detectados. Portanto, as saídas destas unidades podem ser monitoradas para determinar a energia no, ou a freqüência de, sinal piloto ou outros sinais. Tais receptores empregam também elementos rastreadores de freqüência que podem ser monitorados para prover a freqüência corrente e informações de temporização para o processador de controle 220 para os sinais que estão sendo demodulados.

Um equipamento de transmissão e recepção 300 exemplar para uso nos gateways 120 e 122 é ilustrado na Figura 3. A parte do gateway 120, 122 ilustrada na Figura 3 possui um ou mais receptores analógicos 314 conectados a uma antena 310 para receber sinais de comunicação que são a seguir convertidos descendente (downconverted), amplificados e digitalizados usando vários esquemas bem conhecidos pelos técnicos na área. Múltiplas antenas 310 são usadas em alguns sistemas de comunicação. Os sinais digitalizados emitidos pelo receptor analógico 314 são providos na forma de entradas a pelo menos um módulo

receptor digital, indicado de um modo geral por linhas tracejadas em 324.

Cada módulo de receptor digital 324 corresponde a elementos de processamento de sinal usados para gerenciar as comunicações entre um gateway 120, 122 e uma unidade móvel 124, 126, apesar de certas variações serem conhecidas pelos técnicos na área. Um receptor analógico 314 pode prover entradas para muitos módulos de receptor digital 324 e vários de tais módulos são tipicamente usados nos gateways 102, 122, para acomodar todos os feixes de satélites e possíveis sinais de modos de diversidade que estejam sendo processados em um dado momento. Cada módulo de receptor digital 324 possui um ou mais receptores de dados digitais 316 e um receptor buscador 318. O receptor buscador 318 em geral procura por modos de diversidade apropriados de sinais diferentes dos sinais piloto. Quando implementados no sistema de comunicação, múltiplos receptores de dados digitais 316A a 316N são usados para recepção de diversidade de sinal.

As saídas dos receptores de dados digitais 316 são providas aos elementos de processamento de banda base 322 subseqüentes, compreendendo equipamentos bem conhecidos pelos técnicos na área e não ilustrados aqui em maiores detalhes. Equipamentos de banda base exemplares incluem combinadores de diversidade e decodificadores para combinar sinais de múltiplas trajetórias em uma saída para cada assinante. Equipamentos de banda base exemplares incluem também circuitos de interface para prover dados de saída, tipicamente para um comutador digital ou rede.

No lado da entrada, uma variedade de outros elementos conhecidos, tais como, porém não limitados, a vocodificadores, modems de dados e componentes para comutação e armazenamento de dados digitais podem formar uma parte dos elementos de processamento de banda base 322. Tais elementos operam para processar, controlar, ou

direcionar a transferência de sinais de voz e dados para um ou mais módulos de transmissão 334.

Os sinais a serem transmitidos para as unidades móveis são, cada um, acoplados a um ou mais módulos de transmissão 334 apropriados. Um gateway típico utiliza diversos desses módulos de transmissão 334 para prover serviços a várias unidades móveis 124, 126 de cada vez e para vários satélites e feixes de cada vez. O número de módulos de transmissão 334 usados pelo gateway 120, 122, é determinado por fatores bem conhecidos pelos técnicos na área, incluindo a complexidade do sistema, o número de satélites a vista, a capacidade do assinante, o grau de diversidade escolhido e similares.

Cada módulo de transmissão 334 inclui um modulador de transmissão 326 que modula em espectro espalhado os dados para transmissão. O modulador de transmissão 326 possui uma saída acoplada a um controlador de potência de transmissão digital 328, o qual controla a potência de transmissão usada para o sinal digital que está sendo emitido. O controlador de potência de transmissão digital 328 aplica um nível mínimo de potência com a finalidade de redução da interferência e alocação de recursos, porém aplica níveis apropriados de potência quando necessário para compensar a atenuação na trajetória de transmissão e outras características de transferência de trajetória. Pelo menos um gerador PN 332 é usado pelo modulador de transmissão 326 para espalhar os sinais. Tal geração de código pode também formar uma parte funcional de um ou mais processadores de controle ou elementos de armazenamento usados no gateway 122, 124.

A saída do controlador de potência de transmissão digital 328 é transferida para um somador 336 onde é somada com as saídas provenientes de outros circuitos de controle de potência de transmissão. Tais saídas são sinais para transmissão para outras unidades móveis 124, 126, na mesma

freqüência e dentro do mesmo feixe que a saída do controlador de potência de transmissão 328. A saída do somador 336 é provida a um transmissor analógico 338 para conversão de digital para analógico, conversão para a freqüência portadora de RF apropriada, amplificação adicional e saída para uma ou mais antenas 340 para irradiação às unidades móveis 124, 126. As antenas 310 e 340 podem ser a mesma antena, dependendo da complexidade e configuração do sistema.

Como no caso da unidade móvel 200, um ou mais elementos de pré-correção ou pré-corretores podem ser dispostos na trajetória de transmissão para ajustar a freqüência de saída com base em um Doppler conhecido para o enlace através do qual a comunicação é estabelecida. As técnicas ou elementos usados para ajustar a freqüência de sinais antes da transmissão são bem conhecidos pelos técnicos na área. Além disso, o mesmo ou outro pré-corretor pode operar para ajustar a temporização de saída com base em um retardo de propagação e Doppler de código conhecidos para o enlace através do qual a comunicação é estabelecida. As técnicas ou elementos usados para ajustar a temporização dos sinais antes da transmissão são também bem conhecidos pelos técnicos na área.

Pelo menos um processador de controle de gateway 320 é acoplado aos módulos receptores 324, módulos de transmissão 334 e circuitos de banda base 322; tais unidades podem estar fisicamente separadas umas das outras. O processador de controle 320 propicia sinais de comando e controle para efetuar funções tais como, porém não limitadas a, processamento de sinal, geração de sinal de temporização, controle de potência, controle de repasse, combinação de diversidade e interconexão de sistemas. Além disso, o processador de controle 320 atribui códigos de espalhamento PN, seqüências de código ortogonais, e

transmissores e receptores específicos para uso nas comunicações de assinantes.

O processador de controle 320 controla também a geração e potência do piloto, sinais de sincronização e 5 canal de chamada (paging) e seu acoplamento ao controlador de potência de transmissão 328. O canal piloto é simplesmente um sinal que não é modulado por dados, e pode usar uma entrada de padrão repetitivo sem mutações ou do tipo de estrutura de quadro não-variável para o modulador 10 de transmissão 326, transmitindo efetivamente somente os códigos de espalhamento PN aplicados a partir do gerador PN 332.

Apesar do processador de controle 320 poder estar acoplado diretamente aos elementos de um módulo, tal como o 15 módulo de transmissão 324 ou o módulo de recepção 334, cada módulo de um modo geral comprehende um processador específico do módulo, tal como o processador de transmissão 330 ou o processador de recepção 321, que controla os elementos deste módulo. Dessa forma, em uma modalidade 20 preferida, o processador de controle 320 é acoplado ao processador de transmissão 330 e ao processador de recepção 321, tal como mostrado na Figura 3. Deste modo, um único processador de controle 320 pode controlar as operações de 25 um grande número de módulos e recursos de forma mais eficiente. O processador de transmissão 330 controla a geração de, e a potência de sinal para, sinais piloto, de sincronização, de chamada (paging) e sinais de canal de tráfego, bem como seu respectivo acoplamento ao controlador de potência 328. O processador de recepção 321 controla a 30 busca, os códigos de espalhamento PN para demodulação e o monitoramento da potência recebida.

Como comentado acima para o terminal de usuário, um detector de potência recebida 323 pode ser usado para detectar a potência no sinal tal como determinada pelo 35 receptor analógico 314, ou pelo monitoramento da energia

nas saídas dos receptores digitais 316. Tal informação é provida ao controlador de potência de transmissão 328 para ajustar a potência de saída como parte de um circuito de controle de potência, como será descrito em maiores detalhes a seguir. Tal informação pode também ser provida ao processador de recepção 321 ou ao processador de controle 320 conforme desejado. Tal informação pode também ser incorporada como uma função no processador de recepção 321.

Para certas operações, tais como a de controle de potência de recursos compartilhados, os gateways 120 e 122 recebem informações tais como a intensidade de sinal recebida, medições de freqüência, ou outros parâmetros de sinal recebido provenientes de unidades móveis em sinais de comunicação. Tais informações podem ser derivadas a partir das saídas demoduladas dos receptores de dados 316 pelos processadores de recepção 321. Alternativamente, tais informações podem ser detectadas como ocorrendo em locais pré-definidos nos sinais que estão sendo monitorados pelo processador de controle 320, ou processadores de recepção 321, e transferidas para o processador de controle 320. O processador de controle 320 pode usar tais informações para controlar a temporização e a freqüência, bem como a potência de saída, de sinais que estão sendo transmitidos e processados usando os controladores de potência de transmissão 328 e o transmissor analógico 338.

Durante a operação do sistema de comunicação 100, um sinal de comunicação $s(t)$, designado como um sinal de enlace direto, é transmitido por um gateway 120, 122 para uma unidade móvel 124, 126 usando uma freqüência portadora gerada pelo gateway de A_0 . O sinal de enlace direto sofre retardos de tempo, um retardo de propagação, deslocamentos de freqüência devido ao Doppler, e outros efeitos. O sinal de enlace direto sofre tais efeitos primeiramente, ao transmitir de um gateway para os satélites (isto é, em uma

parte de enlace ascendente do sinal de enlace direto) e, em segundo lugar, ao transmitir a partir dos satélites para as unidades móveis (isto é, em uma parte de enlace descendente do sinal de enlace direto). Uma vez que o sinal seja 5 recebido, ocorre um outro retardo no envio de um sinal de enlace reverso ou de retorno, um retardo de propagação, e o Doppler na transmissão da unidade móvel para o satélite (isto é, em uma parte de enlace ascendente do sinal de enlace reverso) e, novamente, do satélite para o gateway 10 (isto é, em uma parte de enlace descendente do sinal de enlace reverso).

A Figura 4 ilustra os diversos sinais transmitidos no sistema de comunicação 100 empregando uma ou mais repetidoras 116 de satélites. O gateway 120 transmite um sinal de enlace direto 410 para a unidade móvel 124 através da repetidora de satélite 116. O sinal de enlace direto 410 é constituído por uma parte de enlace ascendente 412 do gateway 120 para a repetidora de satélite 116 e uma parte de enlace descendente 414 da repetidora de satélite 116 para a unidade móvel 124. A unidade móvel 124 transmite um sinal de enlace reverso 420 para o gateway 120 através da repetidora de satélite 116. O sinal de enlace reverso 420 é constituído por uma parte de enlace ascendente 422 da unidade móvel 124 para a repetidora de satélite 116 e uma parte de enlace descendente 424 da repetidora de satélite 116 para o gateway 120.

A Figura 5 é uma ilustração da temporização de um comando de controle de potência transferido através do enlace direto 410 e da resposta (isto é, correspondendo a 30 uma mudança no nível de potência de transmissão) do comando de controle de potência através do enlace reverso 420. A temporização do comando de controle de potência enviado pelo gateway 120 para a unidade móvel 124 será agora comentado com relação a Figura 4 e a Figura 5. Quando o 35 gateway 120 transmite o comando de controle de potência

através do sinal de enlace direto 410 para a repetidora de satélite 116, o comando de controle de potência sofre um retardo de propagação 510 (t_1) na parte de enlace ascendente 412 como resultado de uma distância entre o 5 gateway 120 e a repetidora de satélite 116. Na repetidora de satélite 116, o comando de controle de potência sofre um retardo de processamento 520 (t_s) quando a repetidora no satélite 116 processa a parte de enlace ascendente 412 de modo a transmitir a parte de enlace descendente 414 para a 10 unidade móvel 124. Isto é, o comando de controle de potência sofre o retardo de processamento 520 quando, por exemplo, o satélite efetua a conversão de freqüência ou a formação de feixe. A seguir, o comando de controle de potência sofre um retardo de propagação 530 (t_2) na parte 15 de enlace descendente 414 como resultado da distância entre a repetidora de satélite 116 e a unidade móvel 124.

Na unidade móvel 124, o comando de controle de potência é processado pelo processador de controle 220 e o controlador de potência de transmissão digital 228. Como 20 resultado de tal processamento, a unidade móvel 124 ajusta uma potência de transmissão do sinal de enlace reverso 420. Durante tal processamento, o comando de controle de potência sofre um retardo de processamento 540 (t_m).

Em suma, o comando de controle de potência sofre 25 um retardo de enlace direto 545 (t_{direto}), antes que a unidade móvel 124 ajuste o nível de potência de transmissão, que pode ser expresso como:

$$t_{direto} = t_1 + t_s + t_2 + t_m$$

O retardo de enlace direto 545 representa a quantidade de retardo entre um momento em que o comando de 30 controle de potência é enviado pelo gateway 120 e quando ocorre um ajuste na potência de transmissão do sinal de enlace reverso 420.

A temporização de uma resposta ao comando de controle de potência efetuada pela unidade móvel 124 no sinal de enlace reverso 420 irá também ser comentado com relação às Figuras 4 e 5. Após a unidade móvel 124 ajustar 5 a potência de transmissão do sinal de enlace reverso 420, a unidade móvel 124 transmite a parte de enlace ascendente 422 para a repetidora de satélite 116. A resposta ao comando de controle de potência (isto é, a mudança no nível de potência de transmissão para o sinal de enlace reverso) 10 sofre um retardo de propagação 550 (t_3) na parte de enlace ascendente 422 como resultado da distância (atual) entre a unidade móvel 124 e a repetidora de satélite 116. Na repetidora de satélite 116, a resposta ao comando de controle de potência sofre um retardo de processamento 560 15 (t_5) quando a repetidora de satélite 116 processa a parte de enlace ascendente 422 de modo a transmitir a parte de enlace descendente 424 para o gateway 120. A seguir, a resposta ao comando de controle de potência sofre um retardo de propagação 570 (t_4) na parte de enlace 20 descendente 424 como resultado de uma distância entre a repetidora de satélite 116 e o gateway 120.

Em um gateway 120, a resposta ao comando de controle de potência é processada pelos receptores 214, 216 e 218 e pelo processador de controle 320. Como resultado de 25 tal processamento, o gateway 120 detecta um nível de potência recebido do sinal de enlace reverso 420 e determina um novo comando de controle de potência com base no nível de potência recebido e em um nível de potência desejado, tal como acima descrito. Durante tal 30 processamento, a resposta ao comando de controle de potência (isto é, nível de potência detectado no sinal de enlace reverso) sofre um pequeno retardo de processamento 580 (t_g).

Em suma, a resposta ao comando de controle de potência sofre um retardo de enlace reverso 585 ($t_{reverso}$) expresso como:

$$t_{reverso} = t_3 + t_s + t_4 + t_g$$

O retardo de enlace reverso 585 representa a 5 quantidade de retardo entre o momento em que a resposta ao comando de controle de potência é enviada pela unidade móvel 124 e quando a resposta é detectada pelo gateway 120.

Um retardo total 590 ($t_{retardo}$) sofrido entre o momento em que o comando de controle de potência é enviado 10 pelo gateway 120 e quando a resposta ao comando de controle de potência é detectada pelo gateway 120 é definido como:

$$t_{retardo} = t_{direto} + t_{reverso} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_m + t_g + 2t_s$$

Na prática, t_1 , t_2 , t_3 e t_4 constituem a maior parte do retardo 590. Em uma típica aplicação de satélite LEO usando a presente invenção, cada um dos retardos de 15 propagação 545, 585 é da ordem de 9 a 26 ms. O retardo total 590 é da ordem de 18 a 53 ms. O retardo total 590 é também designado como o retardo de propagação de ida e volta 590.

Nos sistemas de comunicação por satélite, os 20 gateways 120 possuem de um modo geral uma estimativa bastante acurada dos retardos impostos aos sinais que passam entre os gateways 120 e os satélites 116 (isto é, t_1 e t_4) em qualquer dado momento devido aos padrões orbitais bem definidos usados pelos satélites 116 e às localizações 25 conhecidas dos gateways 120 em relação a tais órbitas.

A Figura 6 apresenta um circuito de controle de potência 600. O circuito de controle de potência 600 inclui um controlador 610, um primeiro bloco de retardo 620, um processo 630, um segundo bloco de retardo 640, um 30 compensador 650 e um terceiro bloco de retardo 660. Em uma

modalidade da presente invenção, o controlador 610, localizado na unidade móvel 124, representa as funções de circuito de controle de potência no transceptor 200, em particular estas do processador de controle 220 e do 5 controlador de potência de transmissão digital 228, tal como mostrado na Figura 2. Além disso, com relação a tal modalidade da presente invenção, o compensador 650, localizado no gateway 120, representa as funções do circuito de controle de potência no processador de controle 10 320, tal como mostrado na Figura 3.

A operação do circuito de controle de potência 600 será agora comentada principalmente com referência à Figura 6 e também com relação a Figura 4 e a Figura 5. O controlador 610 emite um sinal 615 (apresentado como $x(t)$ na Figura 6) em um nível de potência de transmissão específico. Em uma modalidade preferida da presente invenção, o sinal 615 representa a parte de enlace ascendente 422 do sinal de enlace reverso 420 proveniente da unidade móvel 124 para o gateway 120. O sinal 615 sofre 15 um retardo através do bloco de retardo 620 de τ_1 . Na presente modalidade, τ_1 corresponde a uma estimativa do retardo de propagação 550 (apresentado como t_3 na Figura 5), tal como acima descrito. Como resultado do bloco de retardo 620, o sinal 615 é transformado em um sinal 625 20 (apresentado como $x(t-\tau_1)$ na Figura 6). O sinal 625 corresponde ao sinal 615 retardado no tempo em τ_1 .

Em uma típica aplicação de satélite LEO utilizando a presente invenção, os retardos de propagação 510, 530, 550 e 570 dominam os retardos de processamento 30 520, 540, 560 e 580 e, portanto, os retardos de processamento 520, 540, 560 e 580 são ignorados. Alternativamente, estimativas acuradas de tais retardos de processamento poderiam ser usadas, quando conhecidas. Dessa forma, como acima mencionado, τ_1 é aproximadamente como t_3 .

Além disso, como descrito a seguir, τ_2 é aproximadamente como t_4 e τ_3 é aproximadamente como t_1+t_2 . Como fica claro, caso os retardos de processamento 520, 540, 560 e 580 forem significativos em comparação aos retardos de propagação 5 510, 530, 550 e 570, eles podem ser também considerados em τ_1 , τ_2 e τ_3 . Para as finalidades da presente descrição, "retardo de propagação" inclui também quaisquer retardos de processamento.

O sinal 625 é recebido pelo processo 630. O 10 processo 630 representa a atenuação e outros efeitos tais como o desvanecimento, a medida que o sinal 625 se propaga a partir da unidade móvel 124 para o gateway 120. Em outras palavras, o processo 630 representa uma função de transferência da atmosfera/meio ambiente através dos quais 15 o sinal 625 passa a medida que este se propaga da unidade móvel 124 para o gateway 120 através do satélite 116. Um sinal 635 (apresentado como $y(t-\tau_1)$ na Figura 6) resulta do processo 630. Como fica claro, o sinal 635 representa o sinal 625 atenuado e desvanecido.

A seguir, o sinal 635 é retardado pelo bloco de 20 retardo 640. O sinal 635 sofre um retardo através do bloco de retardo 640 de τ_2 . Na presente modalidade, τ_2 corresponde a uma estimativa do retardo de propagação 570 (apresentado como t_4 na Figura 5) tal como acima descrito. Como 25 resultado do bloco de retardo 640, o sinal 635 é transformado em um sinal 645 (apresentado como $y(t-\tau_1-\tau_2)$ na Figura 6). O sinal 645 corresponde ao sinal 635 retardado no tempo por τ_2 . O retardo τ_2 representa o retardo de propagação da parte de enlace descendente 424 do sinal de 30 enlace reverso 420 como acima descrito.

O sinal 645 representa o sinal recebido pelo gateway 120 como transmitido da unidade móvel 124. Em particular, o sinal 645 representa o sinal transmitido pela

unidade móvel 124 após este ter sido retardado por τ_1 e τ_2 e atenuado e desvanecido de acordo com o processo 630.

O compensador 650 recebe o sinal 645 e determina um nível de potência do sinal 645 de acordo com métodos bem conhecidos. Como acima descrito, é desejável que o nível de potência do sinal 645 fique de acordo com um nível de potência desejado mínimo. Como exemplo, caso o nível de potência do sinal 645 seja menor que o nível de potência desejado, então o compensador 650 emite um comando de controle de potência que instrui o controlador 610 a aumentar a potência de transmissão do sinal 615. Por outro lado, caso o nível de potência do sinal 645 seja maior que o nível de potência desejado, então o compensador 650 emite um comando de controle de potência que instrui o controlador 610 a reduzir o nível de potência de transmissão do sinal 615.

Em uma modalidade preferida da presente invenção, o compensador 650 emite um comando de controle de potência de bit único. Em outras palavras, o compensador 650 emite um comando de elevação de potência ou um comando de redução de potência. Uma descrição geral de tal sistema de controle de potência pode ser encontrada na Patente US Nº 5,396,516, emitida em 7 de março de 1995, intitulada "METHOD AND APPARATUS FOR THE DYNAMIC MODIFICATION OF CONTROL PARAMETERS IN A TRANSMITTER POWER CONTROL SYSTEM", em nome da Requerente da presente invenção e aqui incorporada por referência. Em uma modalidade preferida da presente invenção, um comando de elevação de potência instrui o controlador 610 a elevar a potência de transmissão do sinal 615 por uma quantidade fixa, por exemplo de 1 dB. Um comando de redução de potência instrui o controlador 610 a reduzir a potência de transmissão do sinal 615 por uma quantidade fixa, por exemplo de 1 dB. Deve ficar claro que poderiam ser usadas quantidades fixas diferentes. Deve

também ficar claro que maior número de bits de comandos de controle de potência poderiam ser implementados, o que propiciaria níveis variáveis de ajustes de controle de potência.

5 Além disso, em uma modalidade preferida da presente invenção, o compensador 650 emite um comando de elevação de potência quando o nível de potência do sinal 645 for menor que o nível de potência desejado. Em todas as outras ocasiões, o compensador 650 emite um comando de 10 redução de potência. Deve ficar claro que níveis adicionais poderiam ser implementados que possibilitariam um comando de potência zero quando o nível de potência recebido do sinal 645 estiver dentro de uma faixa específica de níveis de potência desejados.

15 Em outra modalidade da presente invenção, um comando de elevação da potência iria elevar o nível de potência do sinal 615 por uma primeira quantidade fixa e um comando de redução de potência iria reduzir o nível de potência do sinal 615 por uma segunda quantidade fixa, em 20 que a primeira quantidade fixa é menor que a segunda quantidade fixa. Em tal modalidade, o circuito de controle de potência 600 reduziria o nível de potência do sinal 615 muito mais rapidamente do que ele iria elevar o nível de potência do sinal 615. Tal modalidade responde mais 25 rapidamente para reduzir os níveis de potência de sinais no sistema de comunicação CDMA, o que, como acima mencionado, reduz a quantidade de interferência que qualquer sinal específico sofre.

 O compensador 650 emite um comando 655 30 (apresentado como $CMD_r(t-\tau_1-\tau_2)$ na Figura 6). Como acima descrito com relação à modalidade preferida da presente invenção, o comando de controle de potência 655 é um comando de elevação de potência ou um comando de redução de potência. O comando de controle de potência 655 é emitido

pelo compensador 650 em resposta ao sinal 615 que foi retardado devido à propagação através do enlace reverso 420 em uma quantidade igual a $\tau_1 + \tau_2$ (isto é, o retardo de propagação unidirecional).

5 O comando de controle de potência 655 é transmitido a partir do gateway 120 para a unidade móvel 124 através do enlace direto 410. A medida que o comando de controle de potência 655 se propaga através do enlace direto 410, o comando de controle de potência 655 sofre 10 outro retardo de propagação representado pelo bloco de retardo 660. O bloco de retardo 660 retarda o comando de controle de potência 655 por uma quantidade τ_3 que corresponde aos retardos de propagação tanto na parte de enlace ascendente 412 como na parte de enlace descendente 15 414 do enlace direto 410. Nesta modalidade da presente invenção, τ_3 corresponde à soma do retardo 510 e do retardo 520 (apresentados na Figura 5 como t_1 e t_2).

A saída do bloco de retardo 660 é um sinal 665 (apresentado como $CMD_r(t - \tau_1 - \tau_2 - \tau_3)$ na Figura 6). O sinal 665 representa o comando de controle de potência 655 retardado pelo retardo de propagação entre o gateway 120 e a unidade móvel 124. O sinal 665 é recebido pelo controlador 610. O sinal 665 representa um comando de controle de potência para o controlador 610. Em uma modalidade preferida da 20 presente invenção, o sinal 665 instrui o controlador 610 a elevar a potência de transmissão do sinal 615 por uma quantidade fixa, ou reduzir a potência de transmissão do sinal 615 por uma quantidade fixa. No entanto, como acima descrito, um retardo total de $\tau_1 + \tau_2 + \tau_3$ segundos foi 25 experimentado pelo sinal 615 no circuito de controle de potência 600. Em outras palavras, $\tau_1 + \tau_2 + \tau_3$ segundos se passaram entre um momento em que um sinal 615 foi transmitido a partir da unidade móvel 124 e quando um comando de controle de potência enviado pelo compensador 30

650 para modificar um nível de potência de tal sinal 615 é recebido pela unidade móvel 124. Quando $\tau_1+\tau_2+\tau_3$ for significativamente grande (por exemplo, exceder o tempo de iteração do circuito do controlador 610), o retardo 5 representa um problema significativo para controlar o nível de potência do sinal 615.

Em particular, o compensador 650 não irá detectar uma mudança no nível de potência do sinal 615 em resposta a um comando até que tenha decorrido uma quantidade de tempo 10 igual a $\tau_1+\tau_2+\tau_3$. Caso o tempo de iteração do compensador 650 seja pequeno em comparação a $\tau_1+\tau_2+\tau_3$, o compensador 650 terá emitido múltiplos comandos de controle de potência 655 antes que quaisquer das respostas a tais comandos de controle de potência 655 sejam detectadas na forma do sinal 15 645. Isto introduz um fenômeno no circuito de controle de potência 600 designado como um ciclo limite.

A Figura 7 ilustra uma operação de um compensador convencional 650 em maiores detalhes. O compensador convencional 650 inclui um limite do nível de potência 20 desejado (ou outro parâmetro correspondente) 710, um detector de nível de potência (ou parâmetro correspondente) 730 e um comparador 720. O detector de nível de potência 730 determina um nível de potência do sinal 645 de acordo com técnicas bem conhecidas nos sistemas de comunicação. O 25 comparador 720 determina uma diferença entre o nível de potência do sinal 645 proveniente do detector de nível de potência 730 e do limite do nível de potência desejado 710. O comparador 720 emite um comando de elevação de potência quando o nível de potência do sinal 645 é menor que o 30 limite desejado de nível de potência 710. O comparador 720 emite um comando de redução de potência quando o nível de potência do sinal 645 é maior que o limite desejado de nível de potência 710.

A Figura 8 ilustra a operação do compensador convencional 650. A Figura 8 inclui dois gráficos: um gráfico de potência recebida 810 e um gráfico de comando de controle de potência 830. O gráfico de potência recebida 810 representa um nível exemplar de potência recebida 820 do sinal 645 recebido pelo compensador convencional 650 ao longo do tempo. O gráfico de comando de controle de potência 830 representa um comando de controle de potência 840 emitido pelo compensador convencional 650 em resposta ao nível de potência recebido 820 ao longo do tempo. O que se segue constitui uma descrição da operação do compensador convencional 650 em resposta ao nível de potência recebido 820.

Como mostrado na Figura 8, no momento $t=0$, o nível de potência recebido 820 é de -88,5 dB. Neste exemplo específico, o limite do nível de potência desejado 710 é ajustado para -88 dB, sendo tal nível escolhido em cada sistema de comunicação de acordo com princípios conhecidos. Portanto, o nível de potência recebido 820 é menor que o nível de potência desejado 710. Em resposta, o compensador convencional 650 emite um comando de elevação de potência para o controlador 610 indicando que o controlador 610 deve elevar a potência de transmissão do sinal 615. Dessa forma, o comando de controle de potência 840 no momento $t=0$ é +1 (neste exemplo, os comandos de elevação de potência são indicados por +1 e os comandos de redução de potência são indicados por -1 no gráfico de comando de controle de potência 830).

As seguintes hipóteses são efetuadas apenas com o propósito de ilustração e são efetuadas meramente para demonstrar a operação do compensador convencional 650. Uma primeira hipótese é a de que o tempo de iteração do circuito do compensador convencional 650 é arbitrariamente selecionado como sendo de um quarto do retardo total

$\tau_1+\tau_2+\tau_3$ como resultado dos retardos de propagação. Em outras palavras, quatro comandos de controle de potência 655 são emitidos a partir do compensador convencional 650 antes que o primeiro comando de controle de potência 655 seja detectado como o nível de potência recebido 820 pelo compensador convencional 650. Uma segunda hipótese é a de que um comando de elevação de potência instrui o controlador 610 a elevar o nível de potência do sinal 615 em 1 dB e que um comando de redução de potência instrui o controlador 610 a reduzir o nível de potência do sinal 615 em 1 dB. Tais hipóteses são efetuadas somente com o propósito de ilustrar a operação da invenção e são razoáveis para os sistemas de comunicação típicos. No entanto, cada sistema possui seus próprios tempos de iteração e níveis de comando conhecidos.

Será agora feita referência à Figura 8. Como resultado dos retardos de propagação, no momento $t=1$, uma resposta ao comando de controle de potência 840 emitido no momento $t=0$ não havia sido ainda detectada pelo compensador 650. Dessa forma, o nível de potência recebido 820 é ainda menor que o limite do nível de potência desejado 710. Portanto, o compensador 650 emite outro comando de elevação de potência no momento $t=1$. O mesmo ocorre no momento $t=2$ e no momento $t=3$.

No entanto, em um momento $t=4$, o comando de elevação de potência emitido no momento $t=0$ foi recebido pelo controlador 610 e seu efeito propagado de volta ao compensador convencional 650. Em outras palavras, no momento $t=4$, o compensador convencional 650 detecta uma mudança no nível de potência recebido 820 como um resultado do comando de controle de potência 840 emitido no momento $t=0$. Dessa forma, no momento $t=4$, o nível de potência recebido 820 se elevou em 1 dB para -87,5 dB. No momento $t=4$, o compensador convencional 650 determina que o nível

de potência recebido 820 excede o limite do nível de potência desejado 710 e, portanto, emite um comando de redução de potência. Como comentado acima, o comando de redução de potência indica ao controlador 610 que reduza a 5 potência de transmissão do sinal 615.

No momento $t=5$, outro aumento no nível de potência recebido 820 é detectado no compensador convencional 650 devido ao comando de controle de potência 840 emitido no momento $t=1$. Dessa forma, devido ao retardo 10 entre a emissão de comandos de controle de potência 840 e a detecção da resposta, o nível de potência recebido 820 aumenta para cada um dos quatro comandos de elevação de potência emitidos nos momentos $t=0$, $t=1$, $t=2$ e $t=3$. Como resultado, o nível de potência recebido 820 excede o limite 15 de potência desejado 710 em 3,5 dB.

Isto ilustra o problema de ciclo limite acima descrito. Devido ao retardo $\tau_1+\tau_2+\tau_3$, o compensador convencional 650 emite comandos de elevação da potência do momento $t=0$ ao momento $t=3$. Cada um destes comandos de elevação de potência será recebido pelo controlador 610, resultando em um aumento da potência de transmissão do sinal 615. No entanto, em um momento $t=4$, quando o nível de potência recebido 820 excede o limite do nível de potência desejado 710, o compensador 650 começa a emitir comandos de 20 redução de potência e continua a emitir comandos de redução de potência até o momento $t=11$. No momento $t=11$, o nível de potência recebido 820 irá cair abaixo do nível de potência desejado 710 e o compensador convencional 650 começará a emitir comandos de elevação de potência novamente. Tal 25 processo continua indefinidamente com o nível de potência recebido 820 oscilando em torno do limite do nível de potência desejado 710. Devido ao retardo de propagação $\tau_1+\tau_2+\tau_3$, o nível de potência recebido 820 de um modo geral não irá nunca estar de acordo com o limite do nível de 30

potência desejado 710. Tal ciclo limite representa a melhor operação de que é capaz o compensador convencional 650. Isto é, o ciclo limite representa quão bem ou quão próximo o compensador 650 pode manter os sinais a um nível de 5 potência desejado específico. Isto representa um desperdício de potência, que reduz a capacidade do sistema e o tempo de operação da unidade móvel.

A Figura 9 ilustra um compensador aperfeiçoado 900 de acordo com a presente invenção. Na presente 10 invenção, o compensador 900 substitui o compensador convencional 650 na Figura 6. O compensador 900 considera os comandos de controle de potência 655 que foram emitidos pelo compensador 900 cujas respostas não tiveram ainda tempo para se propagar de volta ao compensador 900.

15 Em particular, o compensador 900 inclui o limite do nível de potência desejado 710, o detector de nível de potência 730, o comparador 720, um acumulador de comandos pendentes 910, e um somador 920. O detector de nível de potência 730 e o limite do nível de potência desejado 710 20 operam tal como acima descrito com relação ao compensador convencional 650.

O acumulador de comandos pendentes 910 acumula uma soma 915 de comandos de controle de potência pendentes 655 que foram emitidos pelo compensador 900 porém que não 25 se propagaram através do circuito de controle 600 de forma que sua resposta fosse detectada pelo compensador 900. Em uma modalidade, o acumulador 910 acumula ajustes comandados em termos de etapas de elevação ou redução para chegar a uma mudança de etapa líquida que é a seguir convertida a 30 uma mudança líquida na potência. Em outra modalidade, o acumulador 910 acumula um valor de potência (isto é, em dB) associado a cada comando emitido. O acumulador de comandos pendentes 910 determina os comandos de controle de potência pendentes 655 na iteração N de acordo com a seguinte 35 relação:

$$\text{PCMD}_N = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{T} \sum_{i=1}^T \text{CMD}_{N-i}$$

em que:

PCMD_N é a soma dos comandos pendentes na iteração N;

$T_1 + T_2 + T_3$ é o retardo total de propagação de ida e volta; e

T é o período de iteração do circuito.

5 Na prática, o número de comandos de controle de potência que são acumulados depende dos retardos de propagação sofridos pelo sinal de enlace direto 410 e pelo sinal de enlace reverso 420, e do tempo de iteração do circuito de controle 600. Como exemplo, caso o retardo de 10 propagação total seja de 50 ms e o período de iteração do circuito de controle 600 de 12.5 ms, quatro comandos de controle de potência 655 serão acumulados pelo acumulador de comandos pendentes 910.

15 O acumulador de comandos pendentes 910 emite um nível de potência correspondente à soma 915 dos comandos de controle de potência cujas respostas não foram detectadas para o somador 920. O somador 920 adiciona a saída do acumulador de comandos pendentes 910 ao nível de potência recebido 645. O somador 920 emite a soma destes sinais para 20 o comparador 720.

O comparador 720 emite um comando de elevação da potência caso a saída do somador 920 seja menor que o limite do nível de potência desejado 710. O comparador 720 emite um comando de redução da potência caso a saída do 25 somador 920 seja maior que o limite do nível de potência desejado 710.

Uma operação do compensador 900 é ilustrada na Figura 10. As mesmas hipóteses efetuadas acima com relação à Figura 8 são consideradas aqui, somente com a finalidade 30 de ilustração. Tais hipóteses são de que quatro comandos de controle de potência são emitidos antes que o efeito do

primeiro seja detectado e que os comandos de elevação e redução de potência modificam o nível de potência de transmissão do sinal 615 por 1 dB.

A Figura 10 inclui um gráfico do nível de potência recebido 1010, mostrando o nível de potência recebido 1020 versus o tempo; um gráfico de saída do acumulador de comandos pendentes 1030, que mostra uma saída 1040 do acumulador de comandos pendentes versus o tempo; e um gráfico de comando de controle de potência 1050, que 10 mostra um comando ou comandos de controle de potência 1060 versus o tempo.

Fazendo referência à Figura 10, em um momento $t=0$, o nível de potência recebido 1020 é de -88,5 dB. Um limite do nível de potência desejado 710 é ajustado para -15 88 dB. Dessa forma, no momento $t=0$, o nível de potência recebido 1020 é menor que o limite do nível de potência desejado 710. Presumindo-se que nenhum comando de controle do nível de potência tenha sido emitido (isto é, não existem comandos de controle de potência pendentes), o 20 compensador 900 emite um comando de elevação de potência no momento $t=0$.

No momento $t=1$, devido ao fato de que a resposta ao comando de elevação de potência não se propagou através do circuito de controle de potência 600, o nível de 25 potência recebido 1020 permanece menor que o limite do nível de potência desejado 710. No entanto, neste caso, a saída do acumulador de comandos pendentes 1040 no momento $t=1$ é igual a 1 dB, representando o primeiro comando de controle de potência que foi emitido e cuja resposta não 30 foi ainda detectada.

Quando a saída do acumulador de comandos pendentes 1040 é adicionada ao nível de potência recebido 1020, o limite do nível de potência desejado 710 é excedido. Dessa forma, neste caso, o comparador 720 iria 35 indicar um comando de redução de potência refletindo o

nível de potência recebido 1020 em um momento $t=1$, bem como o comando de controle de potência 1060 no momento $t=0$.

No momento $t=2$, o compensador 900 ainda não detectou uma resposta a qualquer dos comandos de controle de potência 1060 no momento $t=0$ ou no momento $t=1$. A saída do acumulador de comandos pendentes 1040 no momento $t=2$ representa a soma de comandos de controle de potência no momento $t=0$ e no momento $t=1$, que é 0. A adição da saída do acumulador de comandos pendentes 1040 no momento $t=2$ ao nível de potência recebido 1020 no momento $t=2$ indica que a soma é menor que o limite do nível de potência desejado 710. Dessa forma, o comparador 720 emite um comando de elevação de potência no momento $t=2$. Um processo similar é seguido no momento $t=3$ para a emissão de um comando de redução de potência.

No momento $t=4$, a resposta ao comando de controle de potência 1060 emitido no momento $t=0$ é detectada pelo compensador 900. Como resultado, o nível de potência recebido 1020 no momento $t=4$ se elevou em 1 dB. No momento $t=4$, o nível de potência recebido 1020 excede o nível de potência desejado 710. No entanto, todos os comandos de controle de potência pendentes 1060 não foram ainda detectados pelo compensador 900. Na realidade, no momento $t=4$, a saída do acumulador 1040 indica uma soma de -1 dB de mudança no nível de potência recebido 1020. A adição do nível de potência recebido 1020 e da saída do acumulador de comandos pendentes 1040 no momento $t=4$ indica que um comando de elevação de potência deve ser emitido no momento $t=4$ pois a soma da saída do acumulador de comandos pendentes 1040 e o nível de potência recebido 1020 é menor que o limite do nível de potência desejado 710.

Entre os momentos $t=4$ e $t=8$, o comando de controle de potência 1060 oscila entre +1 e -1, a medida que o nível de potência recebido 1020 oscila em torno do limite do nível de potência desejado 710. Isto representa o

ciclo limite do compensador 900. Em comparação ao ciclo limite do nível de potência recebido 820 na Figura 8, o compensador 900 melhora dramaticamente o desempenho do circuito de controle de potência 600.

- 5 Com a finalidade de ilustração adicional no momento $t=8$, ocorre um desvanecimento no processo 630 produzindo uma mudança não comandada no nível de potência recebido 1020 de +2 dB (em adição à mudança comandada de +1 dB proveniente do comando de elevação de potência no momento $t=4$), resultando em um nível de potência recebido 1020 de 85,5 dB. Dessa forma, no momento $t=8$, o nível de potência recebido 1020 é adicionado à saída do acumulador de comandos pendentes 1040 e a entrada do comparador 720. O comparador 720 emite um comando de redução de potência.
- 10 Devido aos retardos de propagação $\tau_1+\tau_2+\tau_3$, tal comando de redução de potência em $t=8$ não será detectado pelo compensador 900 até o momento $t=12$. Dessa forma, entre os momentos $t=8$ e $t=12$, o nível de potência recebido 1020 oscila em -86dB. Isto é, um circuito de controle com um
- 20 retardo de circuito (isto é, retardo de propagação) que é grande em relação ao tempo de iteração do circuito (isto é, a taxa de amostragem ou taxa de atualização do circuito), possui um certo comportamento oscilante que é também afetado pelo nível de quantificação.
- 25 No entanto, comandos consecutivos de redução de potência no momento $t=9$ e no momento $t=10$, seguidos por um comando de elevação de potência no momento $t=11$ demonstram a eficácia da saída do acumulador de comandos pendentes 1040 em trazer o nível de potência recebido 1020 de volta a
- 30 um ciclo limite em torno do limite do nível de potência desejado 710 no momento $t=13$ em resposta ao desvanecimento no momento $t=8$.

 De fato, o compensador 900 considera os comandos que ainda não se propagaram através do circuito de controle

de potência 600. O acumulador de comandos pendentes 910 contabiliza tais comandos de controle de potência de forma a que os comandos de controle de potência futuros se baseiam em suas mudanças pendentes, porém ainda não 5 detectadas, no nível de potência recebido 1020.

A Figura 11 é um fluxograma que ilustra a operação da presente invenção. Em uma etapa 1110, o sinal 645 é recebido no compensador 900 localizado em uma primeira estação. Em uma modalidade preferida da presente 10 invenção, a primeira estação corresponde ao gateway 120. No entanto, em modalidades alternativas da presente invenção, o compensador 900 está localizado na unidade móvel 124.

Em uma etapa 1120, o detector de nível de potência 730 mede um nível de potência do sinal 645 de 15 acordo com técnicas bem conhecidas. Em uma etapa 1130, o compensador 900 determina um comando de controle de potência 655 com base na potência medida do sinal 645, no nível de potência desejado 710, e uma soma 915 de comandos de controle de potência pendentes 655. Em uma etapa 1140, o 20 comando de controle de potência 655 é enviado para a primeira estação de forma que a potência do sinal 645 possa ser elevada ou reduzida conforme apropriado.

A Figura 12 é um fluxograma ilustrando a operação do compensador 900 em maiores detalhes. Especificamente, a 25 Figura 12 ilustra a operação da etapa 1130 acima descrita com referência à Figura 11. Em uma etapa 1210, o acumulador de comandos pendentes 910 acumula comandos de controle de potência pendentes 655. Como acima descrito, os comandos de controle pendentes 655 são estes comandos de controle cujas 30 respostas não tiveram tempo de propagar de volta ao compensador 900.

Em uma etapa 1220, um nível de potência correspondendo aos comandos de controle pendentes 655 é adicionado ao nível de potência do sinal recebido 645. Em 35 uma etapa de decisão 1230, a soma dos comandos de controle

pendentes 655 e a potência do sinal recebido 645 é comparada com o nível de potência desejado 710.

Caso a soma dos comandos de controle pendentes 655 e a potência do sinal recebido 645 seja menor que o nível de potência desejado 710, na etapa 1250, um comando de potência é emitido para aumentar o nível de potência do sinal 645. Caso a soma dos comandos de controle pendentes 655 e a potência do sinal recebido 645 não seja menor que o nível de potência desejado 710, na etapa 1240, um comando de potência é emitido para reduzir o nível de potência do sinal 645. Como acima mencionado, em uma modalidade preferida da presente invenção, um comando de elevação de potência é emitido para elevar o nível de potência do sinal 645 e um comando de redução de potência é emitido para reduzir o nível de potência do sinal 645.

Em alguns sistemas de comunicação, os mesmos ou elementos compensadores 900 adicionais poderiam ser usados para detectar outros parâmetros de operação de sinais de comunicação, tais como freqüência, temporização de código e outros. Comandos, tais como comandos de elevação e redução ou de avanço ou retardo, podem ser então gerados conforme apropriado, os quais a unidade móvel 124 utiliza para implementar mudanças em tais parâmetros. Como exemplo, a unidade móvel 124 pode ser ordenada a ajustar a freqüência de operação para os sinais de enlace reverso para compensar um deslocamento na freqüência central do oscilador local da unidade móvel 124, ou a temporização de código poderia ser modificada para compensar efeitos Doppler e assim por diante. Vários parâmetros e processos são bem conhecidos para os quais a compensação poderia ser efetuada usando comandos, os quais porém sofrem os mesmos retardos de tempo ou transferência experimentados pelos comandos de controle de potência acima descritos.

Apesar da presente invenção ter sido descrita em termos de um sistema de comunicação com base em satélite

100, a presente invenção poderia também ser implementada em sistemas que não empregam satélites. Como exemplo, em sistemas terrestres poderia ocorrer um problema similar com ciclos limite se a propagação entre uma central celular e 5 uma unidade móvel 124 for grande em comparação com o tempo de iteração de circuito do circuito de controle de potência 600.

Além disso, a presente invenção foi descrita para ajustar a potência de transmissão de uma unidade móvel 124 10 em que o compensador estava localizado no gateway 120 e o controlador 610 está localizado na unidade móvel 124. Como é óbvio, um circuito de controle similar poderia ser montado em que o compensador 900 está localizado na unidade móvel 124 e o controlador 610 está localizado no gateway 15 120 de forma que a potência transmitida a partir do gateway 120 possa ser controlada.

Alternativamente, a medição da potência ou da potência em relação a um limite pode ocorrer na unidade móvel 124, sendo tais informações transmitidas para o 20 gateway 120 onde ocorre o processamento de compensação para ajustar a potência dos sinais do gateway. Tal estratégia pode ser preferida pois esta minimiza as exigências de recursos e a complexidade na unidade móvel 124, e utiliza a maior capacidade de computação dos gateways 120. Em tal 25 situação, os comandos não são transmitidos na forma dos sinais 655 e 665 que são retardados, mas sim como sinais de informações que são retardados. Fora isso, os valores de retardo são os mesmos.

A presente invenção foi também descrita em termos 30 de um sistema de bit único em que um comando de elevação de potência ou um comando de redução de potência foi emitido pelo compensador 900 instruindo o controlador 610 para elevar ou reduzir a potência de transmissão por uma quantidade fixa. No entanto, como deve estar claro, 35 poderiam ser implementados esquemas diferentes em que o

comando de controle de potência é quantificado, dependendo de uma diferença entre o nível de potência desejado 710 e o nível de potência recebido 645.

A descrição acima das modalidades preferidas é
5 provida para permitir que os técnicos na área efetivem ou façam uso da presente invenção. As várias modificações a estas modalidades ficarão prontamente claras para os técnicos na área, e os princípios genéricos aqui definidos podem ser aplicados a outras modalidades sem o uso das
10 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 as novas características aqui descritos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para controlar um parâmetro associado com um sinal em um sistema de comunicação (100) possuindo uma primeira estação (120, 122), uma segunda estação (124, 126) e um enlace por satélite (116, 118) acoplando a primeira estação (120, 122) e a segunda estação (124, 126), o sistema de comunicação (100) possuindo um retardo de propagação significativo entre a primeira estação (120, 122) e a segunda estação (124, 126), o método compreendendo:

medir (730) o parâmetro do sinal, em que o sinal é transmitido da segunda estação (124, 126) para a primeira estação (120, 122) através do enlace por satélite (116, 118);

gerar (650, 710-730, 900, 910, 920) um comando de controle na primeira estação (120, 122); e

enviar o comando de controle da primeira estação (120, 122) para a segunda estação (124, 126),

em que gerar (650, 710-730, 900, 910, 920) um comando de controle gera o comando de controle como uma função do parâmetro medido (730) e de um nível desejado (710) para o parâmetro; o comando de controle é também uma função de pelo menos um comando de controle anterior enviado da primeira estação (120, 122) para a segunda estação (124, 126),

o método é **CARACTERIZADO** pelo fato de que cada um dos pelo menos um comando de controle anterior é um comando de controle pendente, os comandos de controle pendentes sendo comandos de controle que foram enviados pela primeira estação (120, 122) mas que ainda não alcançaram a segunda estação (124, 126) ou comandos de controle cujos ajustes estão propagando para a primeira estação (120, 122) mas não foram ainda detectados pela primeira estação (120, 122).

2. Método de acordo com a reivindicação 1,
CARACTERIZADO pelo fato de que a função compreende adicionar (920) comandos de controle pendentes (910) ao parâmetro medido e comparar (720) a soma com o nível
5 desejado para o parâmetro.

3. Método de acordo com a reivindicação 1,
CARACTERIZADO pelo fato de que também compreende:

receber (200-222), na segunda estação (124, 126),
o comando de controle da primeira estação (120, 122).

10 4. Método de acordo com a reivindicação 1,
CARACTERIZADO pelo fato de que pelo menos um comando de controle anterior foi recebido pela segunda estação (124, 126).

15 5. Método de acordo com a reivindicação 3,
CARACTERIZADO pelo fato de que também compreende:

ajustar (220 - 230) o parâmetro do sinal em resposta ao comando de controle para produzir um sinal ajustado na segunda estação (124, 126).

20 6. Método de acordo com a reivindicação 5,
CARACTERIZADO pelo fato de que o pelo menos um comando de controle anterior não produziu o sinal ajustado na segunda estação (124, 126).

7. Método de acordo com a reivindicação 5,
CARACTERIZADO pelo fato de que também compreende:

25 transmitir (200, 210, 212, 220 - 230) o sinal ajustado da segunda estação (124, 126) para a primeira estação (120, 122).

30 8. Método de acordo com a reivindicação 7,
CARACTERIZADO pelo fato de que o pelo menos um comando de controle anterior produziu o sinal ajustado que não foi recebido pela primeira estação (120, 122).

9. Método de acordo com a reivindicação 5,
CARACTERIZADO pelo fato de que o ajustar (220-230) compreende:

ajustar um nível do parâmetro por uma quantidade fixada em resposta ao comando de controle.

10. Método de acordo com a reivindicação 5,
CARACTERIZADO pelo fato de que o ajustar (220-230)
5 comprehende:

aumentar um nível do parâmetro por uma primeira quantidade fixada em resposta a um comando de controle que direciona a segunda estação (124, 126) para aumentar o nível do parâmetro; e

10 reduzir o nível do parâmetro por uma segunda quantidade fixada em resposta a um comando de controle que direciona a segunda estação (124, 126) para reduzir o nível do parâmetro.

11. Método de acordo com a reivindicação 10,
15 CARACTERIZADO pelo fato de que a primeira quantidade fixada e a segunda quantidade fixada são iguais.

12. Método de acordo com as reivindicações 1-11,
CARACTERIZADO pelo fato de que o parâmetro é um nível de potência do sinal e o comando de controle é um comando de
20 controle de potência.

13. Método de acordo com a reivindicação 1,
CARACTERIZADO pelo fato de que o sinal é um sinal de comunicação em um sistema de comunicação por espalhamento espectral.

25 14. Sistema (100) para controlar um parâmetro de um sinal em um sistema de comunicação por satélite possuindo uma primeira estação (120, 122), uma segunda estação (124, 126), e um enlace por satélite (116, 118) acoplando a primeira estação (120, 122) e a segunda estação
30 (124, 126), o sistema (100) comprehendendo:

dispositivos (730) para medir um parâmetro recebido do sinal, em que o sinal é transmitido da segunda estação (124, 126) e recebido pela primeira estação (120, 122);

dispositivos (650, 710-730, 900, 910, 920) para gerar um comando de controle na primeira estação (120, 122); e

dispositivos (300, 320, 326-340) para enviar o 5 comando de controle da primeira estação (120, 122) para a segunda estação (124, 126),

em que os dispositivos (650, 710-730, 900, 910, 920) para gerar um comando de controle geram o comando de controle como uma função do parâmetro recebido (730) e de 10 um nível desejado (710) para o parâmetro; o comando de controle é também uma função de pelo menos um comando de controle anterior enviado da primeira estação (120, 122) para a segunda estação (124, 126),

o sistema é **CARACTERIZADO** pelo fato de que cada 15 um dos pelo menos um comando de controle anterior é um comando de controle pendente, os comandos de controle pendentes sendo comandos de controle que foram enviados pela primeira estação (120, 122) mas não alcançaram ainda a segunda estação (124, 126) ou comandos de controle cujos 20 ajustes estão propagando para a primeira estação (120, 122) mas não foram ainda detectados pela primeira estação (120, 122).

15. Sistema de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o parâmetro é um nível de 25 potência do sinal e o comando de controle é um comando de controle de potência.

16. Sistema de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os dispositivos (650, 710-730, 900, 910, 920) para gerar um comando de controle de 30 potência compreendem:

dispositivos (920) para adicionar comandos de controle de potência pendentes (910) ao nível de potência recebido; e

dispositivos (720) para comparar a soma com o nível de potência desejado.

17. Sistema de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que também comprehende:

5 dispositivos (200-222) para receber, na segunda estação (124, 126), o comando de controle de potência da primeira estação (120, 122).

10 18. Sistema de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o pelo menos um comando de controle de potência anterior foi recebido pela segunda estação (124, 126).

19. Sistema de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADO** pelo fato de que também comprehende:

15 dispositivos (220-230) para ajustar um nível de potência transmitido do sinal em resposta ao comando de controle de potência para produzir um sinal ajustado na segunda estação (124, 126).

20 20. Sistema de acordo com a reivindicação 19, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o pelo menos um comando de controle de potência anterior não produziu o sinal ajustado na segunda estação (124, 126).

21. Sistema de acordo com a reivindicação 19, **CARACTERIZADO** pelo fato de que também comprehende:

25 dispositivos (200, 210, 212, 220-230) para transmitir o sinal ajustado da segunda estação (124, 126) para a primeira estação (120, 122).

22. Sistema de acordo com a reivindicação 19, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os dispositivos (220-230) para ajustar comprehendem:

30 dispositivos para ajustar o nível de potência transmitido por uma quantidade fixada em resposta ao comando de controle de potência.

23. Sistema de acordo com a reivindicação 19,
CARACTERIZADO pelo fato de que os dispositivos (220-230) para ajustar compreendem:

dispositivos para aumentar o nível de potência transmitido por uma primeira quantidade fixada em resposta a um comando de controle de potência que direciona a segunda estação (124, 126) para aumentar o nível de potência transmitido; e

dispositivos para reduzir o nível de potência transmitido por uma segunda quantidade fixada em resposta a um comando de controle de potência que direciona a segunda estação (124, 126) para reduzir o nível de potência transmitido.

24. Sistema de acordo com a reivindicação 23,
15 CARACTERIZADO pelo fato de que a primeira quantidade fixada e a segunda quantidade fixada são iguais.

25. Sistema de acordo com a reivindicação 15,
CARACTERIZADO pelo fato de que:

o sinal transmitido experimenta um retardo de propagação entre a primeira estação (120, 122) e a segunda estação (124, 126);

o dispositivo (730) para medir compreende um detector de nível de potência, localizado na primeira estação (120, 122);

25 os dispositivos (650, 710-730, 900, 910, 920) para gerar um comando de controle de potência compreendem um compensador (900) para gerar o comando de controle de potência que instrui a segunda estação (124, 126) para ajustar sua potência de transmissão;

30 os dispositivos (300, 320, 326-340) para enviar compreendem um transmissor.

26. Sistema de acordo com a reivindicação 25,
CARACTERIZADO pelo fato de que o compensador (900) compreende:

um acumulador de comando pendente (910) que acumula comandos de controle pendentes enviados da primeira estação (120, 122) para a segunda estação (124, 126); e

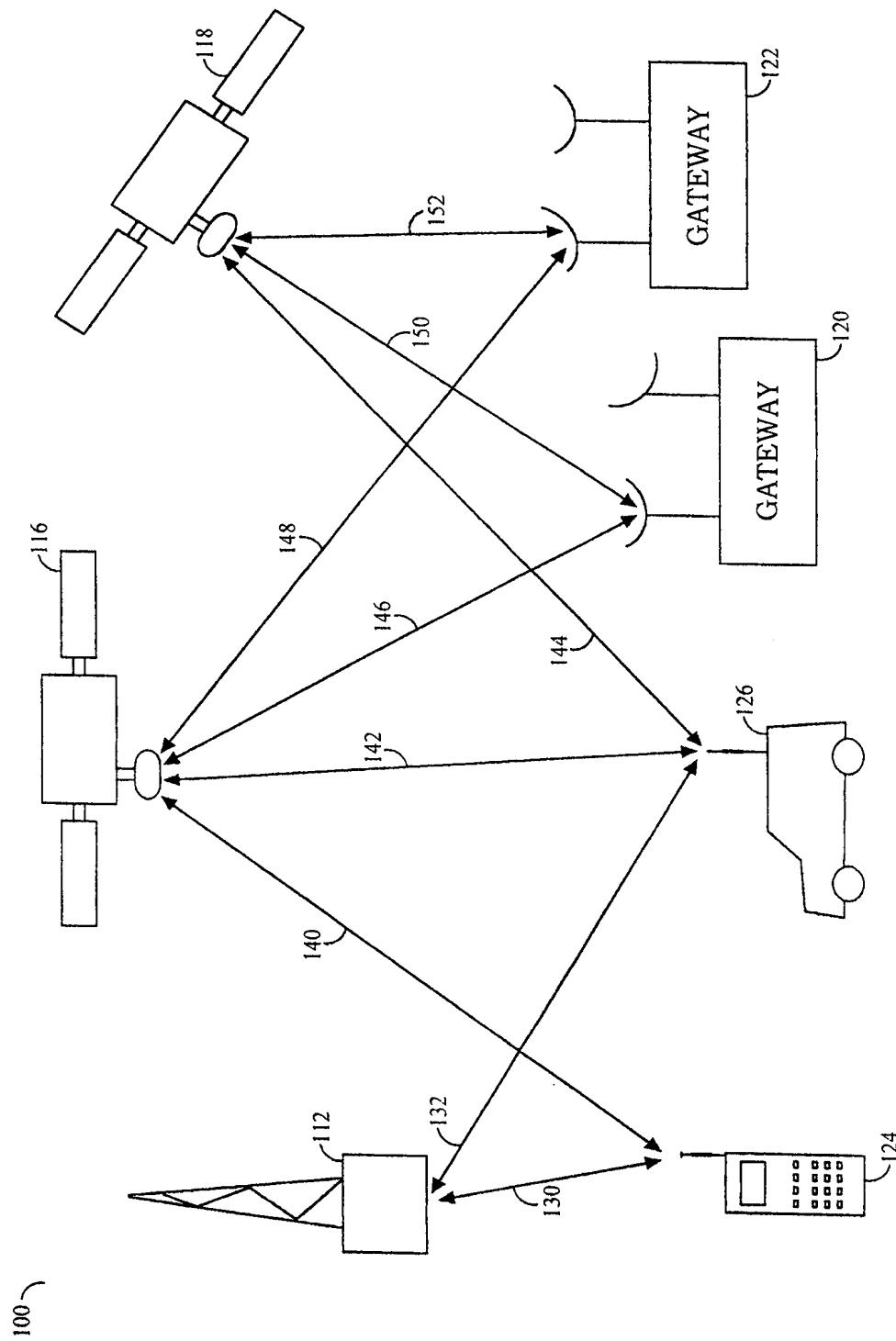
5 um comparador (720) que compara o nível de potência recebido (730) ajustado por uma saída do acumulador de comando pendente (910) com o nível de potência desejado (710) para determinar o comando de controle de potência.

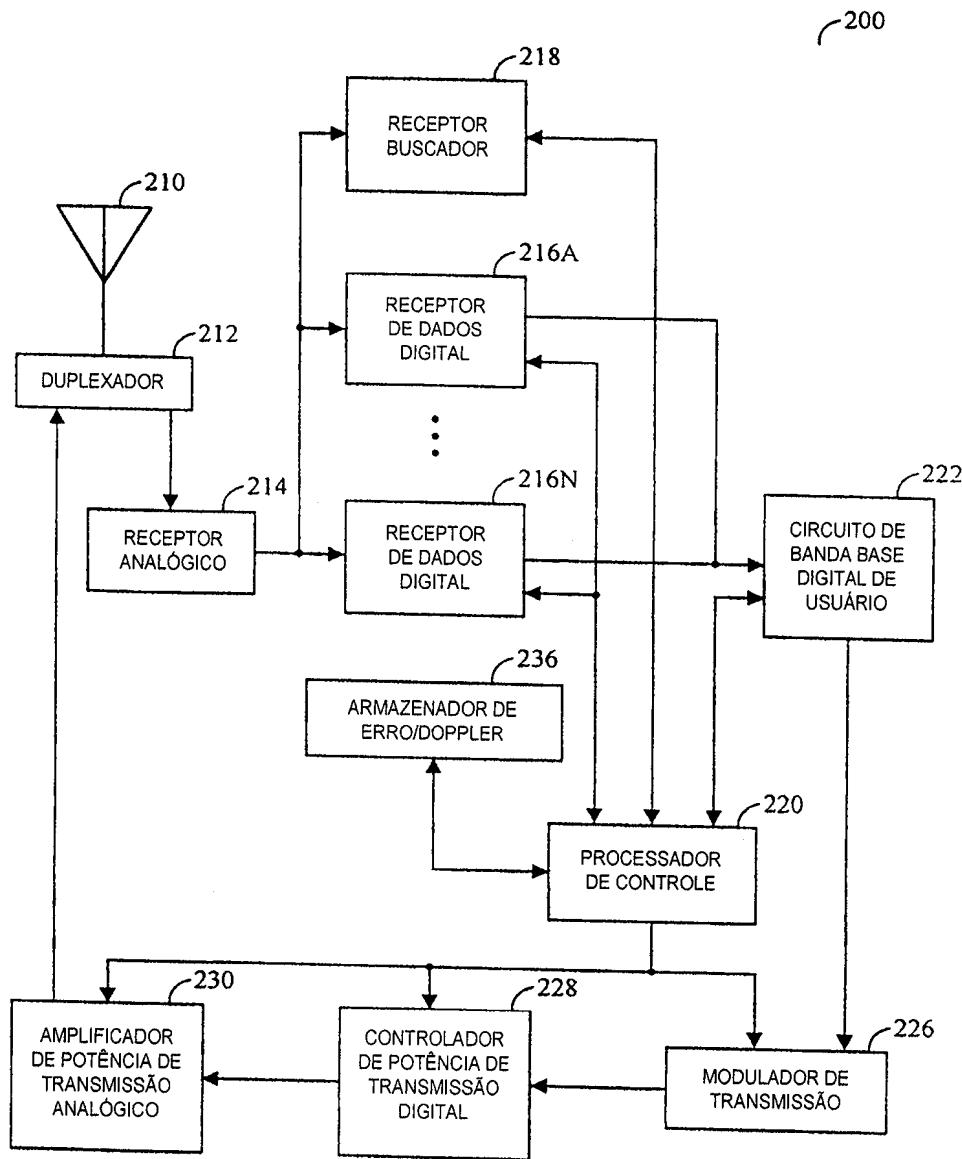
27. Sistema de acordo com a reivindicação 26,
10 **CARACTERIZADO** pelo fato de que os comandos de controle de potência pendentes acumulados não foram recebidos pela segunda estação (124, 126).

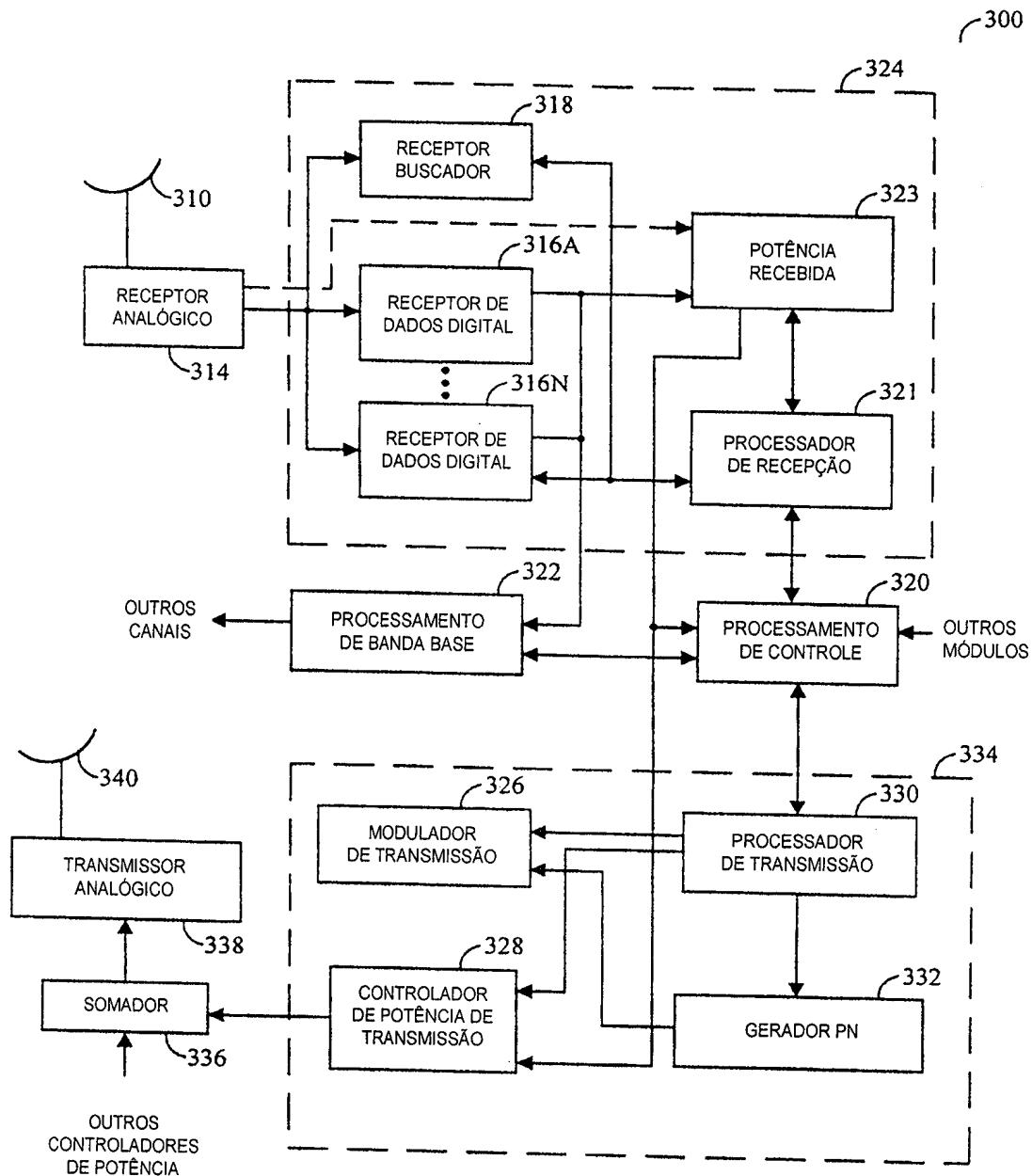
28. Sistema de acordo com a reivindicação 26,
15 **CARACTERIZADO** pelo fato de que os comandos de controle de potência pendentes acumulados não produziram um sinal ajustado enviado da segunda estação (124, 126).

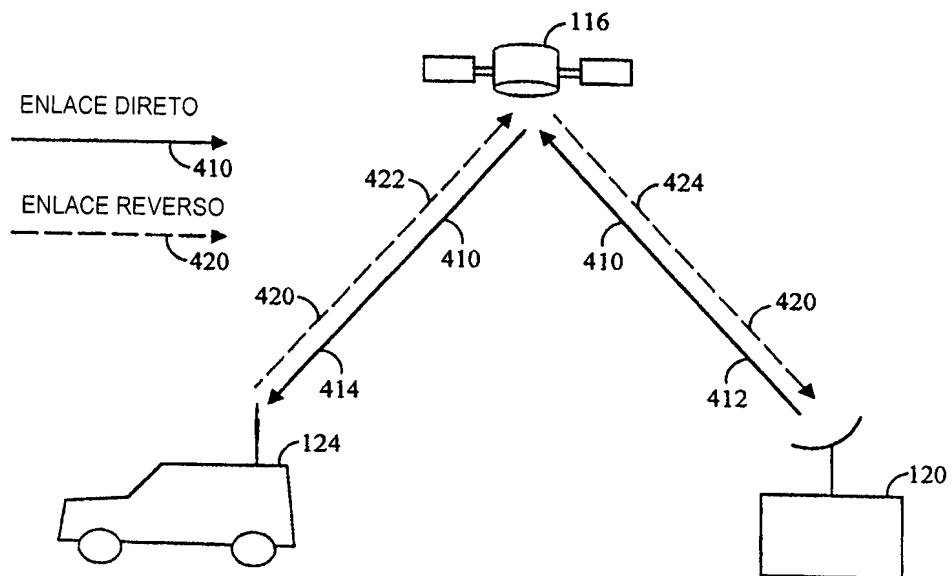
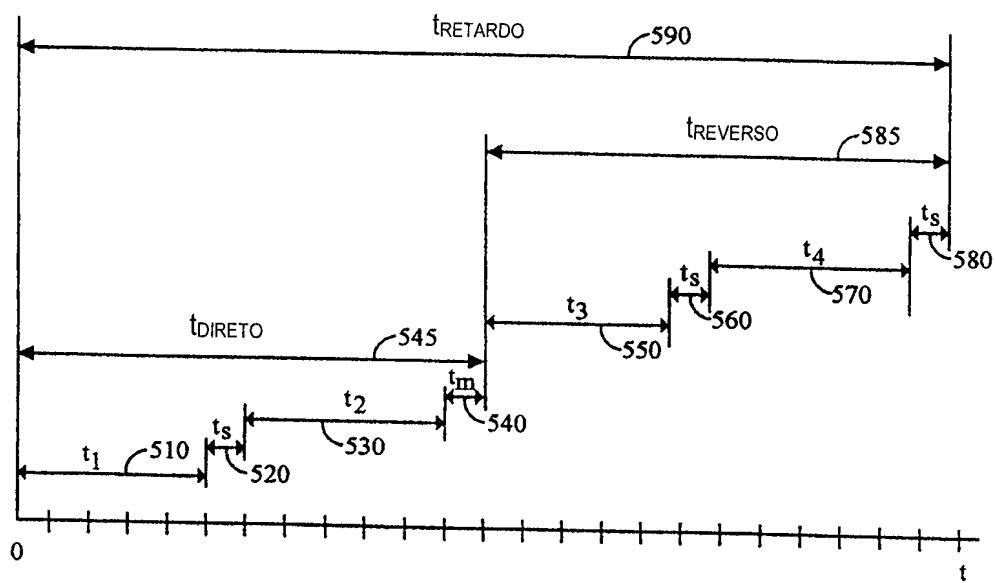
29. Sistema de acordo com a reivindicação 26,
20 **CARACTERIZADO** pelo fato de que os comandos de controle de potência pendentes acumulados produziram um sinal ajustado enviado da segunda estação (124, 126) para a primeira estação (120, 122) que não foi recebido pela primeira estação (120, 122).

30. Sistema de acordo com a reivindicação 26,
25 **CARACTERIZADO** pelo fato de que o acumulador de comando pendente (910) acumula um número dos comandos de controle de potência pendentes, com base no retardo de propagação e em um tempo de iteração de circuito associado com o compensador.

**FIGURA 1**

**FIGURA 2**

**FIGURA 3**

**FIGURA 4****FIGURA 5**

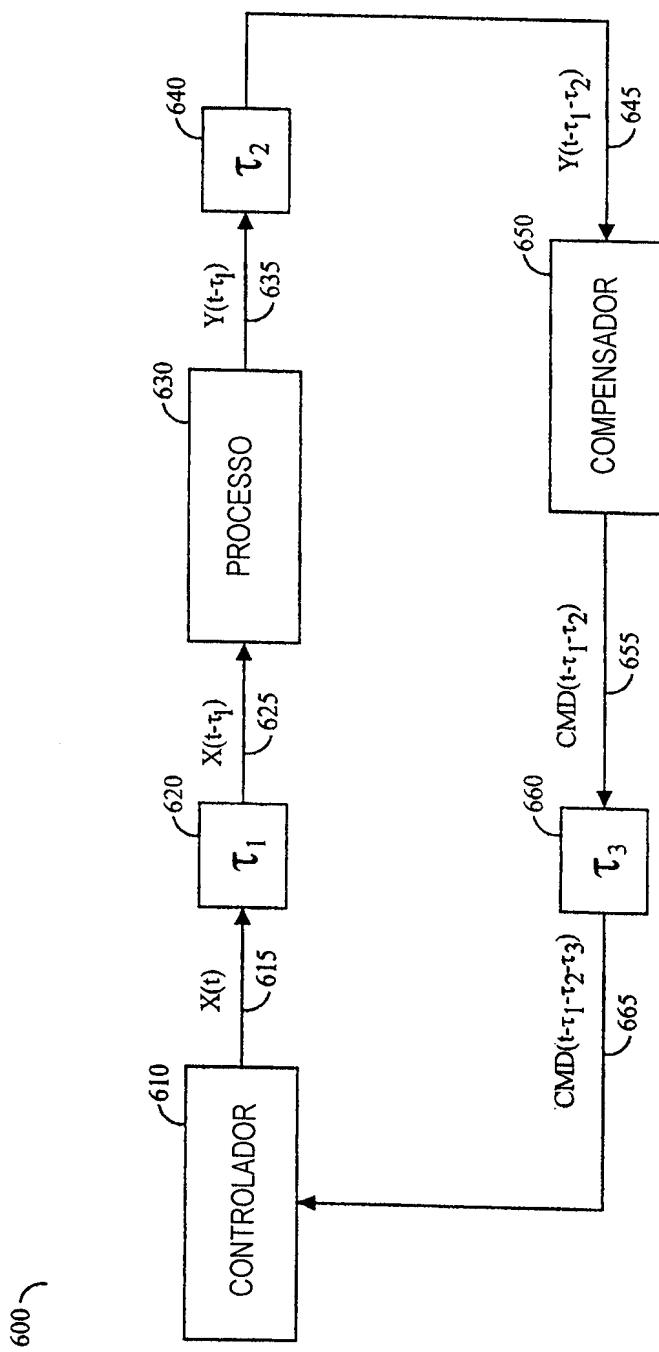


FIGURA 6

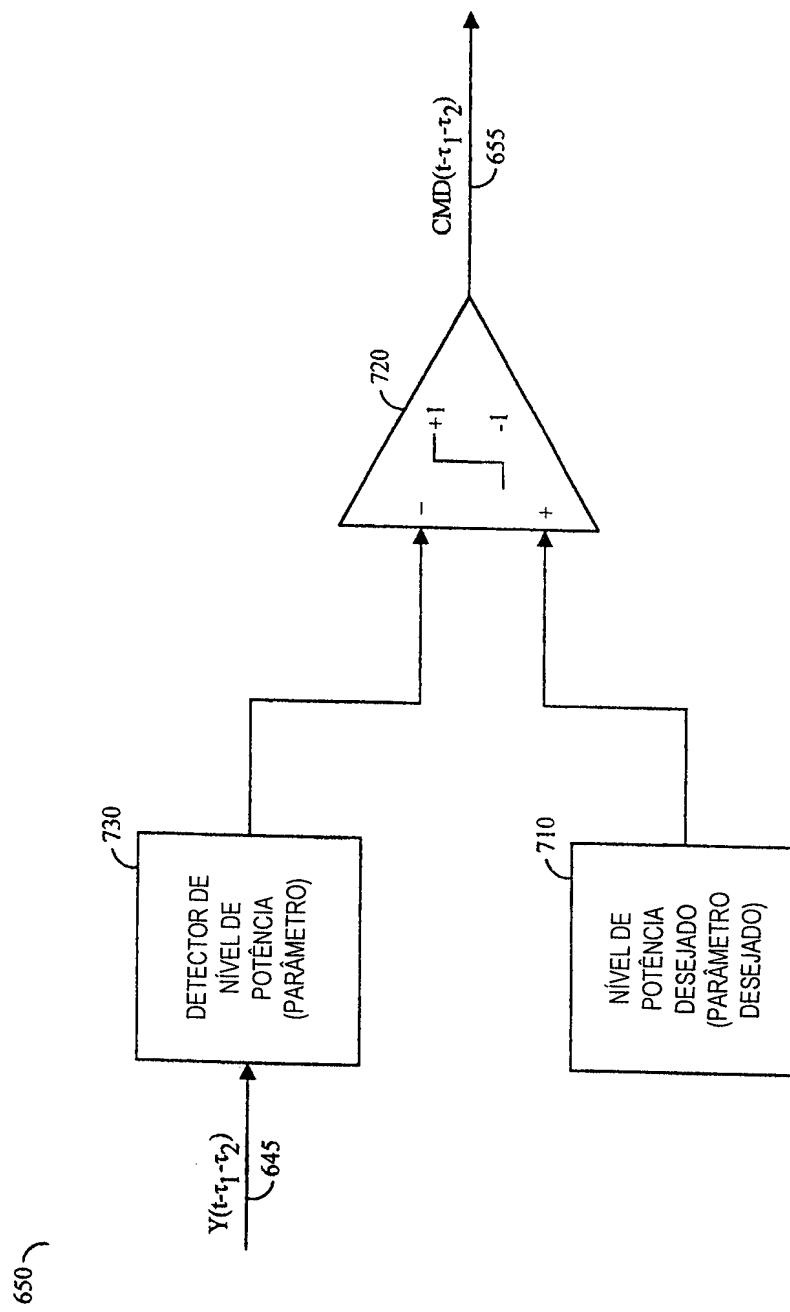
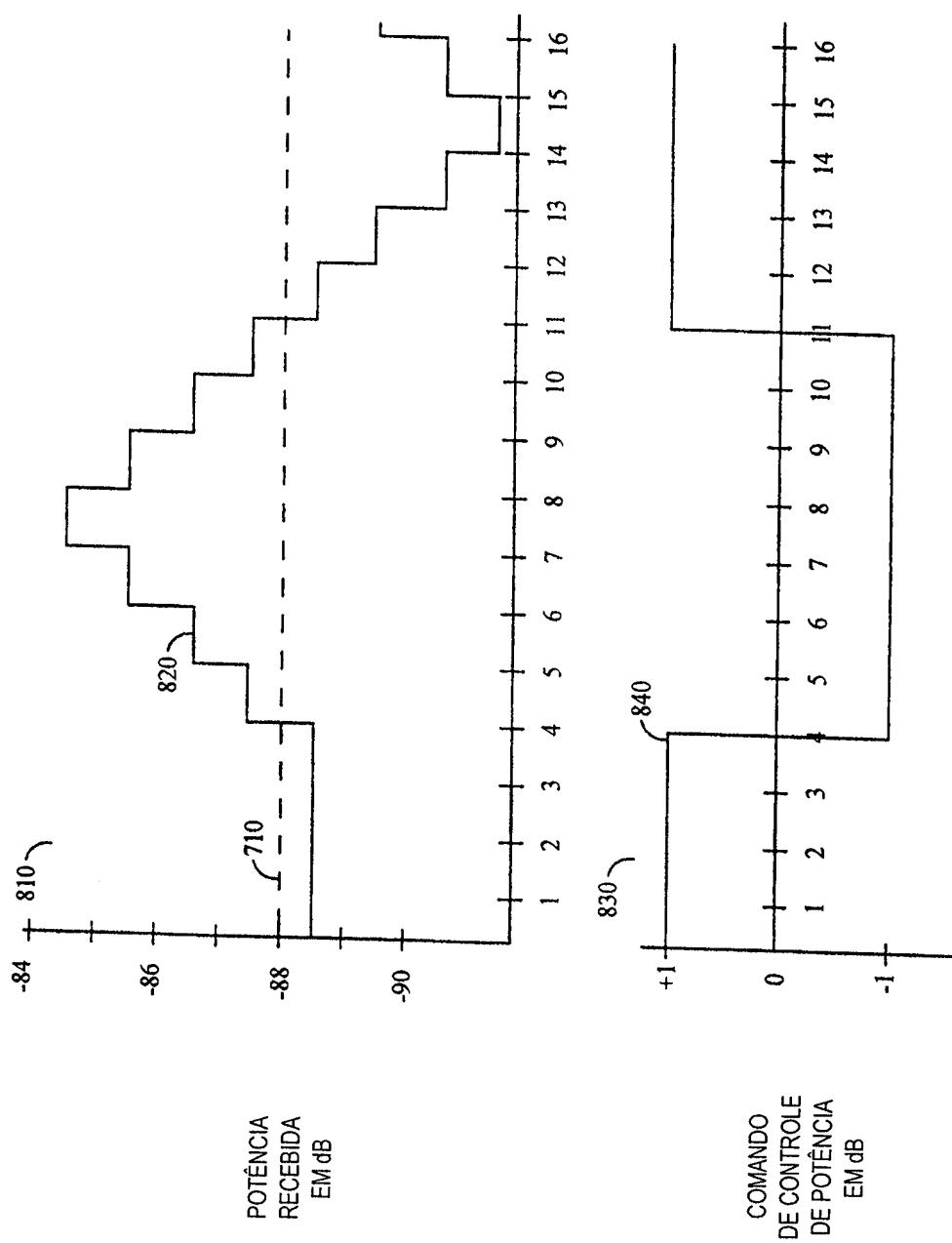


FIGURA 7

**FIGURA 8**

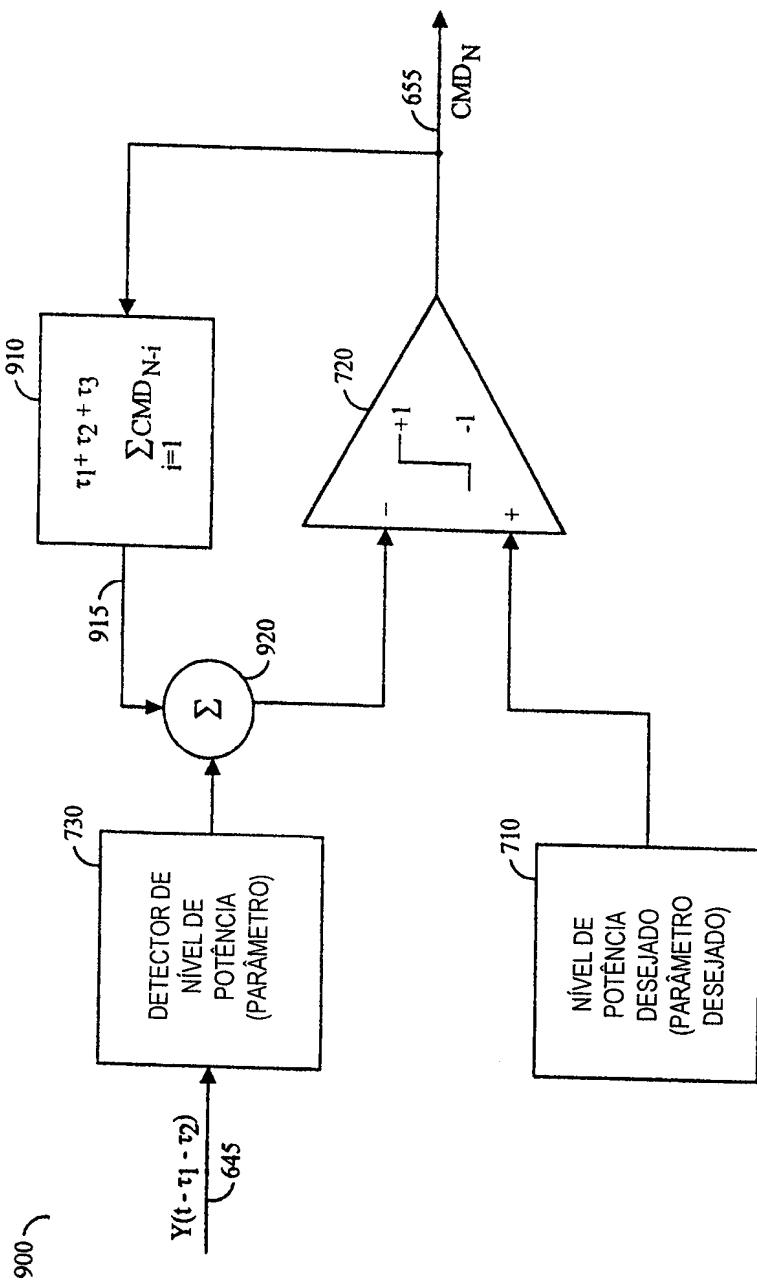
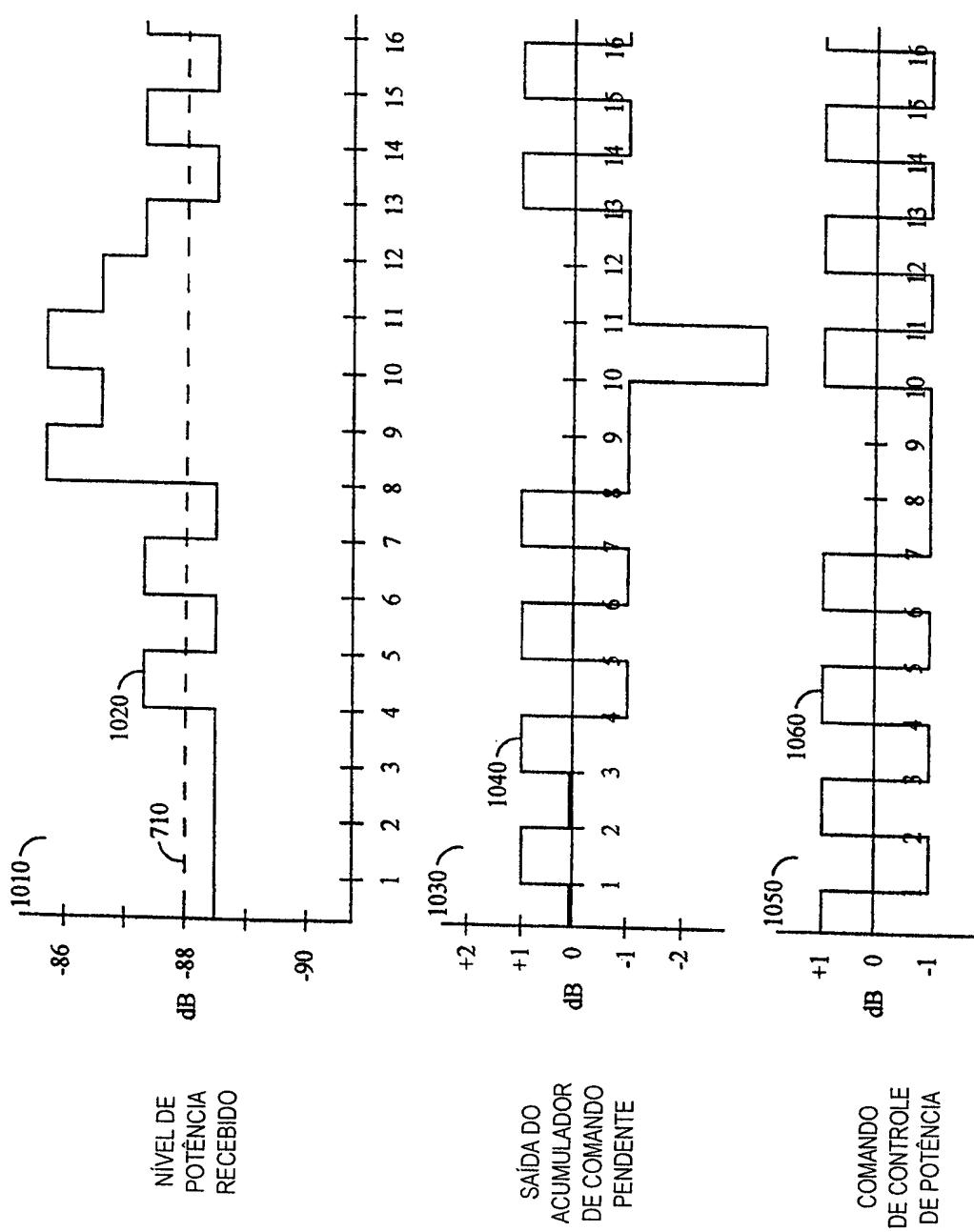
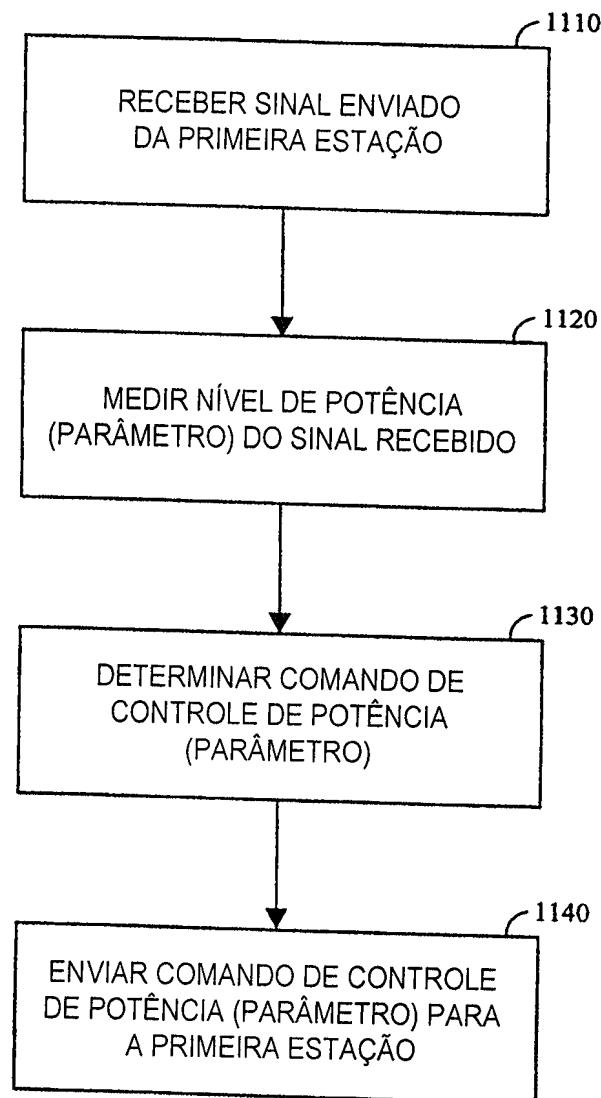
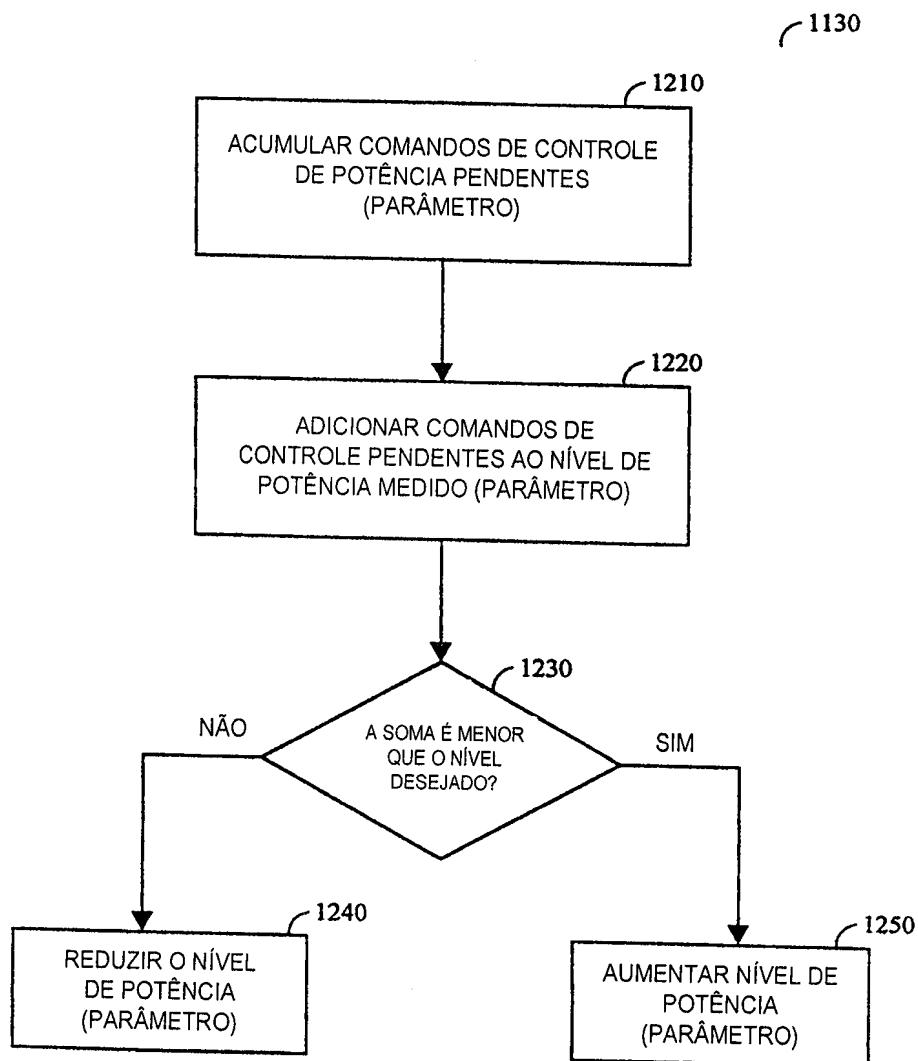


FIGURA 9

**FIGURA 10**

**FIGURA 11**

**FIGURA 12**

RESUMO**"MÉTODO E SISTEMA PARA CONTROLAR UM PARÂMETRO ASSOCIADO COM UM SINAL EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO".**

Método e equipamento para controlar um nível de potência de um sinal transmitido (410) enviado de uma segunda estação (120) para uma primeira estação (124) em um sistema de comunicação (100) mantêm um nível de potência desejado de um sinal recebido (1110) na primeira estação (124). A primeira estação (124) envia um comando de controle de potência (655, 1140) para a segunda estação (120) instruindo a segunda estação (120) a elevar ou reduzir o nível de potência do sinal transmitido (410). A primeira estação (124) gera o comando de controle de potência (655, 1130) com base no nível de potência do sinal recebido (410, 645, 1110), no nível de potência desejado, e pelo menos em um comando de controle de potência pendente. Os comandos de controle de potência pendentes (665) incluem estes comandos de controle de potência que estão propagando entre a primeira estação (124) e a segunda estação (120).