



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

(11) PI 0215378-5 B1

(22) Data do Depósito: 12/12/2002

(45) Data de Concessão: 27/09/2016



(54) Título: UTILIZAÇÃO DE ESTAÇÕES MÓVEIS PARA DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE LOCALIZAÇÃO DE ESTAÇÃO BASE EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO MÓVEL SEM FIO

(51) Int.Cl.: G01S 5/02

(30) Prioridade Unionista: 12/03/2002 US 10/097,041, 27/12/2001 US 60/343,748

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED

(72) Inventor(es): WYATT RILEY, RICHARD GIRERD, ZOLTAN BIACS

**"UTILIZAÇÃO DE ESTAÇÕES MÓVEIS PARA DETERMINAÇÃO DE
PARÂMETROS DE LOCALIZAÇÃO DE ESTAÇÃO BASE EM UM SISTEMA DE
COMUNICAÇÃO MÓVEL SEM FIO"**

PEDIDOS RELACIONADOS

5 O presente pedido reivindica a prioridade do
pedido provisório norte-americano No. de Série 60/343,748,
depositado a 27 de dezembro de 2001, incorporado aqui à
guisa de referência. O pedido reivindica também prioridade
para o pedido norte-americano No. 10/097,041, depositado a
10 12 de março de 2002.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se de maneira geral à
comunicação móvel e, mais especificamente, à determinação
15 das posições de estações base em uma rede de comunicação
móvel.

Descrição da Técnica Relacionada

As redes de comunicação móveis estão em processo
de oferecer capacidades cada vez mais sofisticadas para
20 localização da posição de um terminal móvel da rede. As
exigências reguladoras de uma jurisdição podem exigir um
operador de rede para relatar a localização de um terminal
móvel quando o terminal móvel faz uma chamada para um
serviço de emergência, como, por exemplo, uma chamada 911
25 nos Estados Unidos. Em uma rede celular digital de Acesso
Múltiplo por Divisão de Código (CDMA), a capacidade de
localização de posição pode ser proporcionada por
Trilateração de Link Direto Avançada (AFLT), uma técnica
que computa a localização da estação móvel (MS) a partir do
30 tempo de chegada medido de sinais de rádio da estação móvel
recebidos das estações base. Uma técnica mais avançada é a
localização de posição híbrida, em que a estação móvel
emprega um receptor do Sistema de Posicionamento Global

(GPS) e a posição é computada com base em medições tanto AFLT quanto GPS.

Protocolos e formatos de mensagem para localização de posições CDMA que empregam receptores AFLT, GPS e híbridos, aplicáveis aos casos tanto baseados em MS quanto assistidos por MS, foram publicados no padrão IS-801-1 2001 da TIA/EIA, "Position Determination Service Standard for Dual-Mode Spread Spectrum Systems" - Addendum, incorporado aqui à guisa de referência. As páginas 4-43 deste padrão especifica que cada estação base transmitirá uma correção de tempo de referência GPS da antena de estação base que transmite a sequência pseudo-aleatória (PN) piloto CDMA.

Outra técnica de localização de posição consiste na realização das medições por uma entidade de rede, e não pela estação móvel. Um exemplo destes métodos baseados em rede é a medição RTD efetuada pelas estações base que servem. As medições feitas pela estação móvel podem ser combinadas com medições baseadas em rede para melhorar a disponibilidade e precisão da posição computada.

Os dados referentes à calibração e recalibração do deslocamento de tempo de uma estação base, à localização de antena de estação base e outros parâmetros são armazenados no que é chamado de "almanaque de estação base". O banco de dados do almanaque de estação base fornece informações para determinar uma estimativa de posição inicial para semear busca de pseudo-alcance GPS. O banco de dados do almanaque de estação base fornece informações para resolver a ambiguidade sobre a qual seqüências de ruídos pseudo-aleatórias (PNs) observadas se equiparam a quais setores físicos de uma rede IS-95 CDMA capaz de GPS. O banco de dados do almanaque de estação base fornece a posição de antena do setor de estação base

celular da qual os sinais emergem. As medições no alcance AFLT são feitas nestas posições de antena.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Em um sistema de comunicação sem fio, as estações
5 base sem fio são tipicamente utilizadas como referências para a determinação da posição da estação móvel. De modo a se usar uma estação base como referência, a posição de antena da estação base deve ser conhecida com precisão, assim como informações de temporização de sinais da estação
10 base. A posição de antena da estação base e as informações de temporização são registradas em um banco de dados de almanaque de estação base para uso por uma entidade de determinação de posição. A aquisição desta posição de antena e das informações de temporização pode ser tediosa e
15 dispendiosa.

Freqüentemente uma antena de estação base é relocalizada, ou um transceptor de estação base é reparado ou substituído, causando uma alteração na posição de antena de estação base ou nas informações de temporização.
20 Freqüentemente uma estação base pode ser movida logicamente quando, por exemplo, duas estações base físicas trocam suas informações de identificação. Embora nenhuma das duas estações base se mova fisicamente, elas parecem (para um usuário de BS) ter localizações trocadas.

25 Em tais situações, é possível que as informações correspondentes no banco de dados se tornem incorretas a menos que o banco de dados seja atualizado antes de retomar serviço a partir da estação base. Freqüentemente a localização da antena é determinada por uma inspeção ou com
30 referência a coordenadas lidas de um mapa, e as coordenadas da antena são introduzidas manualmente no banco de dados, com a possibilidade de erro humano. As informações de temporização da estação base estão também sujeitas a erro

humano nos casos em que um hardware personalizado é utilizado para medir as informações de temporização, e os deslocamentos de tempo são introduzidos manualmente no banco de dados.

5 Para solucionar estes problemas, a presente invenção utiliza as estações móveis em comunicação com uma estação base para determinar os parâmetros de localização dessa estação base. Por exemplo, as posições das estações móveis são determinadas, e então a posição de estação base
10 é determinada a partir das posições das estações móveis e dos sinais transmitidos entre a estação base e as estações móveis. Apesar dos parâmetros de localização de estação base incorretos para pelo menos uma das estações base, é frequentemente possível determinar acuradamente as posições
15 das estações móveis a partir dos parâmetros de localização de estação base de outras estações base, ou a partir dos sinais de satélite global recebidos pelas estações móveis se as estações móveis estiverem equipadas com receptores de satélite global.

20 Além disto, as informações de localização de estação base no banco de dados podem ser verificadas durante seções de localização de posição normais sempre que a posição de uma estação móvel for determinada independentemente da localização de uma estação base em
25 comunicação com a estação base. Isto é feito determinando-se a distância entre a estação base e a estação móvel a partir de sinais transmitidos entre a estação base e a estação móvel. Quando esta distância é incompatível com as informações de localização de estação base no banco de
30 dados, o banco de dados pode ser modificado de modo a incluir informações de localização de estação base corrigidas. Desta maneira, é possível encontrar informações de estação base incorretas e descontinuar seu uso para

serviços de localização de posição antes que a localização correta da estação base se torne conhecida.

As informações de localização de estação base incorretas podem ser corrigidas automaticamente uma vez que
5 um número suficiente de distâncias independentes seja determinado entre a estação base e estações móveis que têm posições conhecidas. Com um número suficiente de medições de distâncias independentes, é possível determinar a localização da estação base com um grau de certeza
10 comparável com a posição de uma única estação móvel. Desta maneira, é possível manter e aperfeiçoar automaticamente as informações de localização de estação base no banco de dados. Isto pode ser feito ao mesmo tempo em que se provêem serviços de localização de posição regulares, sem qualquer
15 alteração nos protocolos de comunicação entre as estações base e as estações móveis.

Em uma implementação preferida, a posição e o deslocamento de tempo de uma estação móvel são determinados independentemente da posição e do deslocamento de tempo de
20 uma estação base. Se a posição e o deslocamento de tempo da estação móvel forem determinados a partir de satélites de posição globais ou de um número de sinais de qualidade de estações base que têm posições e deslocamentos de tempo conhecidos, então é possível que a posição e o deslocamento
25 de tempo da estação móvel sejam bastante precisos, frequentemente até aproximadamente a precisão de metros e nanossegundos. Esta posição e este deslocamento de tempo agora conhecidos para a estação móvel, juntamente com uma medição de transmissão de sinal entre a estação móvel e a
30 estação base, acarretam uma restrição à possível localização da estação base. Após a reunião de múltiplas medições da estação base a partir de uma ou mais estações móveis de várias localizações conhecidas diferentes, estas

medições são utilizadas como entrada em um procedimento de computação de posição e deslocamento de tempo convencional, como, por exemplo, quadrados mínimos, ou um filtro de Kalman, conforme é comumente conhecido na técnica de navegação (como, por exemplo, GPS e AFLT). Este procedimento de computação é utilizado para determinar a posição e o deslocamento de tempo de uma estação base a partir de posições conhecidas e deslocamentos de tempo conhecidos de múltiplas estações móveis, em contraste com o uso convencional do procedimento de computação para computar a posição e o deslocamento de tempo de uma estação móvel a partir das posições conhecidas e dos deslocamentos de tempo conhecidos de múltiplas estações base.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Outros objetos e vantagens da invenção se tornarão evidentes com a leitura da descrição detalhada seguinte com referência aos desenhos anexos, nos quais:

a figura 1 mostra uma rede de telefones celulares que utiliza o sistema GPS para localizar unidades telefônicas móveis e calibrar estações base;

a figura 2 é um diagrama de blocos de uma estação base na rede de telefones celulares da figura 1;

a figura 3 é um diagrama de blocos de componentes estacionários da rede de telefones celulares da figura 1, que incluem uma entidade de determinação de posição que acessa um banco de dados de almanaque de estação base;

a figura 4 é um mapa de cobertura de células que inclui um número de setores de célula;

as figuras 5 e 6 compreendem um fluxograma que mostra como uma entidade de determinação de posição determina a posição de uma estação móvel;

as figuras 7, 8 e 9 compreendem um fluxograma que mostra como a posição e o deslocamento de tempo de uma

estação base são determinados a partir de um número posições de estação móvel, deslocamentos de tempo de estação móvel e pseudo-alcances entre as posições da estação base e da estação móvel;

5 a figura 10 é um fluxograma de uma rotina para estimar a elevação de uma antena de estação base.

Embora a invenção seja suscetível de diversas modificações e formas alternativas, modalidades específicas dela são mostradas à guisa de exemplo nos desenhos e serão
10 descritas em detalhe. Deve ficar entendido, contudo, que ela não é destinada a limitar a forma da invenção às formas específicas mostradas, mas, ao contrário, a intenção é a de cobrir todas as modificações, equivalentes e alternativas que se incluam dentro do escopo da invenção definido pelas
15 reivindicações.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A figura 1 mostra uma rede de telefones celulares CDMA que utiliza um sistema GPS para localizar unidades telefônicas móveis e calibrar estações base. A invenção
20 será descrita com referência a este exemplo, mas deve ficar entendido que a invenção não está limitada ao uso de CDMA ou GPS. Por exemplo, a invenção pode ser praticada em uma rede de telefones celulares de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA), e a invenção pode ser utilizada sem o uso
25 e qualquer espécie de sistema de satélite global para ajudar a localização de posição.

Em geral, para se praticar a presente invenção com qualquer espécie de rede de comunicação sem fio, como, por exemplo, uma rede de telefones celulares TDMA, é
30 aconselhável consultar os padrões industriais aplicáveis para especificações referentes a serviços de localização compatíveis. Por exemplo, o padrão IS-801-1 2001 da TIA/EIA, "Position Determination Service Standard for Dual-

Mode Spread Spectrum Systems", é especialmente adaptado para a uma rede CDMA que utiliza AFLT e GPS. O ANSI-136 ("System Assisted Mobile Positioning through Satellites") é adaptado a sistemas PCS digitais TDMA nos Estados Unidos.

5 Os padrões do Projeto de Parceria de 3ª Geração 3GPP TS 04.31 e os Serviços de Localização (LCS) TS 25.331 (posição UE que utiliza OTDOA) são adaptados a determinadas redes de telefones celulares sem fio GSM européias.

A figura 1 mostra cinco estações base CDMA, 11,
10 12, 13, 14 e 15, dispostas em posições fixas em um arranjo hexagonal sobre a superfície da terra 16. A cerca de 11.000 milhas náuticas acima da terra, há pelo menos cinco satélites GPS, 17, 18, 19, 20 e 21, em comunicação na linha de visada vista com as estações base de 11 a 15. Dentro do
15 alcance de telecomunicações das estações base, há um número de unidades telefônicas CDMA móveis, 22 e 23, que são referidas como estações móveis (MS) nos documentos dos padrões TIA citados acima. Estas estações móveis (MS) incluem apenas estações móveis AFLT, tais como a estação
20 móvel AFLT 22, e estações móveis híbridas, tais como a estação móvel híbrida 23.

A rede CDMA é capaz de localizar a posição da estação móvel AFLT 22 e a estação móvel híbrida 23 utilizando a técnica AFLT notoriamente conhecida da estação
25 móvel que mede o tempo de chegada dos chamados sinais de rádio piloto das estações base. O tempo de chegada é indicado por uma medição de fase-piloto que é relativa à base de tempo da estação móvel. As diferenças das medições de fase-piloto de seus respectivos pares de estações base
30 vizinhas são computadas para eliminar o efeito de qualquer deslocamento de tempo na base de tempo da estação móvel. Na maioria dos casos, cada diferença localiza a estação móvel

em uma hipérbole específica. A interseção das hipérbolas fornece a localização da estação móvel.

A rede CDMA é também capaz de localizar a posição da estação móvel híbrida 23 utilizando a técnica GPS notoriamente conhecida. Cada estação base CDMA de 11 a 15 tem um receptor GPS que recebe a portadora e a sequência de códigos pseudo-aleatória de pelo menos um dos satélites GPS de 17 a 21 de modo a fornecer uma base de tempo de sistema CDMA referida à base de tempo de sistema GPS. Quando uma
10 estação móvel híbrida participa em uma sessão de localização de posição com a rede CDMA, a estação base que serve pode enviar dados de aquisição GPS à estação móvel híbrida. A estação móvel híbrida 23 pode utilizar os dados de aquisição GPS para obter, em cerca de dez segundos ou
15 menos, uma medição do pseudo-alcance entre cada satélite GPS de 17 a 21 e a estação móvel. No caso de uma solução assistida por MS, a estação móvel híbrida 23 transmite as medições de pseudo-alcance à estação base que serve. Conforme também descrito a seguir com referência à figura
20 3, uma entidade de determinação de posição (PDE) pode computar a localização geográfica da estação móvel híbrida 23 a partir de quatro ou mais das medições de pseudo-alcance. Alternativamente, no caso de uma solução baseada em MS, a localização geográfica da estação móvel pode ser
25 calculada pela estação móvel propriamente dita.

A figura 2 mostra os blocos funcionais em cada estação base na rede telefônica celular da figura 1. A estação base 11 inclui um receptor GPS, 31, que fornece uma base de tempo de estação base, 32, referida ao tempo de
30 sistema GPS. O receptor GPS 31 obtém sinais de uma antena GPS, 39. A estação base inclui também um transceptor CDMA 33 para comunicação com estações móveis na rede CDMA. O transceptor CDMA 33 obtém tempo de sistema CDMA a partir da

base de tempo de estação base 32. O transceptor CDMA 33 envia e recebe sinais sem fio através de uma antena CDMA 40.

A figura 3 é um diagrama de blocos dos
5 componentes estacionários da rede telefônica celular da figura 1. Um centro de comutação móvel (MSC), 34, faz interface de sinais de voz e dados de telecomunicação entre a estação base 11 e um número de linhas telefônicas 35, como, por exemplo, de fios de cobre ou fibras ópticas. Um
10 centro de posicionamento móvel (MPC), 36, é conectado ao centro de comutação móvel (MSC) 34. O MPC 36 gerencia aplicações de localização de posição e faz interface de dados de localização com redes de dados externas através de uma função de interfuncionamento (IWF), 37, e um link de
15 rede de dados, 38. Uma entidade de determinação de posição (PDE), 41, reúne e formata dados de localização de posição. A PDE 41 fornece assistência sem fio a estações móveis e pode efetuar computações de posição. A PDE 41 é conectada ao MPC 36 e ao MSC 34. A PDE 41 acessa um banco de dados de
20 almanaque de estação base, 44, que é gerenciado por um servidor de banco de dados de almanaque de estação base, 43. A PDE 41 e o servidor de banco de dados de almanaque de estação base 43 são implementados, por exemplo, utilizando computadores digitais ou estações de trabalho
25 convencionais. O almanaque de estação base 44 é armazenado no disco rígido do computador para o servidor de banco de dados de almanaque de estação base 43, conforme também descrito a seguir.

A base de tempo de estação base (32 na figura 2)
30 deve ser calibrada quando a estação base for instalada ou modificada. Cada estação base pode ter um respectivo deslocamento de tempo entre o tempo de sistema GPS e a transmissão de sinais CDMA devido a variações no retardo de

propagação ou deslocamento de fase da antena GPS (39 na figura 2) até o receptor GPS (31 na figura 2), do receptor GPS até o transceptor CDMA (33 na figura 2), e do transceptor CDMA até a antena CDMA (40 na figura 2).

5 Portanto, para reduzir erros de alcance nas determinações de posição AFLT e erros de alcance e de temporização nas determinações de posição híbridas, toda estação base deve ser calibrada depois que a instalação da estação base estiver completa, por exemplo, pelo armazenamento de um

10 deslocamento de tempo para a estação base no banco de dados de almanaque de estação base (44 na figura 3) para uso pela PDE (41 na figura 3). Além do mais, é desejável recalibrar a estação base e atualizar o banco de dados para qualquer alteração de hardware subsequente.

15 De modo a calibrar ou recalibrar a estação base, dados de medição de posição GPS e AFLT são obtidos de estações móveis híbridas durante sessões de localização de posição regulares quando usuários de estações híbridas normalmente se envolvem em chamadas telefônicas, ou quando

20 o pessoal de serviço de campo dirigem até locais selecionados e fazem chamadas com a finalidade de obter dados de medição de posição não obtidos de outra maneira das sessões de localização de posição regulares. Desta maneira, a PDE (41 na figura 3) pode computar os dados de

25 calibração internamente e armazenar os dados de calibração no banco de dados de almanaque de estação base (44 na figura 3) em uma base contínua. Além disto, para atenuar quaisquer problemas de privacidade, as sessões de localização de posição regulares podem ocorrer somente

30 quando o operador da estação móvel híbrida fizer ou atender uma chamada de telefone sem fio. Neste caso, o sistema CDMA não determina a posição do operador sem o conhecimento e o consentimento do operador.

As informações de posição de antena da estação base são importantes para resultados de desempenho referentes ao uso de medições AFLT tanto para determinação de localização aproximada inicial quanto para determinação de localização final no modo ou puramente AFLT ou híbrido. Por exemplo, a MS fornece dados de medição de fase-piloto à PDE. A PDE utiliza os valores fornecidos ou obtidos das informações de posição de antena para estabelecer a localização aproximada inicial. A presença de erros grandes nestes dados pode contribuir para um desempenho sub-ótimo. Durante as computações de posição finais, a PDE utilizará dados de Medição de Fase-Piloto ou sozinhos (modo AFLT) ou em combinação com dados GPS (modo híbrido). Em ambos os casos, a localização e a elevação (altura) da antena devem ser fornecidas para assegurar a melhor precisão. É desejável que as informações de posição de antena da estação base (latitude, longitude e altitude) sejam de "grau de inspeção" em WGS-84 com um erro de menos de um metro, embora, com incertezas apropriadas, conhecidas, posições de antena de qualidade mais precária possam ser usadas.

A figura 4 mostra respectivas áreas de cobertura de setores de célula (Setor A, Setor B, Setor C e Setor D) para as antenas de estação base 61, 62, 63 e 64. Um repetidor, 65, estende a área de cobertura da antena de estação base 64. Talvez mesmo antes do início de um processo de determinação, imediatamente antes que o móvel 66 entre no canal de tráfego, as informações de identidade do setor são gravadas. Algum tempo depois disso, com o móvel 66 no estado de comunicações, o móvel começa a fazer uma determinação de localização. O móvel 66 anota o número de PN atual e o envia juntamente com as informações de identidade do setor gravadas ao PDE em uma mensagem IS-

801.1. Note-se que o móvel 66 pode ter feito um handoff para um setor diferente do setor no qual as informações de identidade do setor foram gravadas; por exemplo, o móvel fez o handoff do Setor A para o Setor B quando o móvel atingiu a posição 67 mostrada em representação de linha tracejada. Neste caso, o número de PN atual e as informações de identidade do setor podem pertencer a células diferentes. As informações de identidade de setor pertencem ao setor que servem, enquanto que o número de PN pertence ao setor de referência. Note-se também que os PNs não são únicos e repetem-se tipicamente muitas vezes dentro de qualquer rede celular.

Também enviadas nesta mensagem IS-801.1 inicial estão medições de alcance de setor vistas pelo móvel nesse momento, inclusive o setor de referência e possivelmente outros setores. Estes são identificáveis apenas pelo número de PN, e são conhecidos como setores de medição. Note-se que o setor de referência, e o setor que serve se ainda visto, são também setores de medição. Estas medições de alcance são utilizadas para gerar uma posição grosseira, conhecida como um prefixo, que utiliza medições AFLT apenas e é tipicamente menos precisa que a determinação final efetuada posteriormente.

A finalidade do prefixo é gerar uma estimativa de posição inicial mais precisa, que habilita informações de assistência GPS mais precisas do que seria possível utilizando apenas o conhecimento do setor de referência. Informações de assistência GPS mais precisas melhoram a exatidão e o rendimento GPS, e reduz o tempo de processamento. O prefixo é opcional, e se, por qualquer razão, não estiver disponível, é utilizada uma estimativa de posição inicial com base no setor de referência.

Depois de enviadas as informações de assistência GPS ao móvel, o móvel reúne um segundo conjunto de medições AFLT e um conjunto de medições GPS, conhecidas como a determinação final. Uma vez que os números de PN não são
5 únicos, a PDE deve resolver qual número de PN visto pertence a qual setor físico. Este pode ser um processo complexo, uma vez que setores com o mesmo número de PN estão freqüentemente afastados 8 km uns dos outros ou até mais perto, criando freqüentemente ambigüidades de PN. Este
10 afastamento é utilizado para determinar o setor de referência a partir do setor que serve, e os setores de medição a partir do setor de referência. Apenas as células dentro de um limite de distância são consideradas. O limite de distância é determinado pela graduação do parâmetro de
15 Alcance de Antena Máximo da BSA.

Se nenhum setor com o PN e a frequência meta for encontrado, a consulta falha. De maneira semelhante, se mais de um setor com o PN e a frequência meta for encontrado e a PDE for incapaz de determinar qual deles é o
20 real, a consulta falha. Se um setor com o PN meta for encontrado, então a consulta tem sucesso, e se presume que esse setor pertence ao PN observado. Se uma consulta falha quando se tenta determinar o setor de referência a partir do setor que serve, então se presume que o setor que serve
25 é o setor de referência. Se uma consulta falha quando se tenta determinar um setor de medição a partir do setor de referência, então esse PN de medição não é utilizável e é ignorado. Se as informações de identidade do setor não forem encontradas de modo algum na BSA, então uma
30 determinação GPS é tentada utilizando informações de estimativa de posição iniciais predefinidas armazenadas no arquivo de configuração ou registro da PDE.

É também possível fazer uma estimativa de posição inicial com base no ID de Rede/ID de Sistema e nos centróides da área de cobertura. O centróide da área de cobertura, por exemplo, é uma média das posições da estação móvel que foram determinadas como estando dentro da área de cobertura de uma antena de setor de estação base. Neste método, a PDE determina automaticamente uma posição e a incerteza para a área de cobertura de todas as células com cada ID de Rede e ID de Sistema pelo exame de todos os setores na BSA. Estas informações servem a várias finalidades. Se nenhuma estimativa de posição inicial estiver disponível, a posição e a incerteza do ID de Rede/ID de Sistema podem ser utilizadas. Isto aconteceria, por exemplo, quando as informações de identidade do setor vistas pela MS não fossem encontradas na BSA. Note-se que a estimativa de posição inicial terá incerteza muito mais elevada neste caso, o que pode reduzir a exatidão e o rendimento GPS, e resultará em tempos de processamento MS mais longos. Se todos os melhores métodos para determinação de posição de fixação final não estiverem disponíveis, a posição e a incerteza dos centróides do ID de Rede/ID de Sistema serão relatadas.

Em resumo, as informações de medição de posição GPS e AFLT das estações móveis híbridas podem ser combinadas de modo a gerarem deslocamentos de pseudo-alcance e deslocamentos de base de tempo de estação base. Além de fornecer deslocamentos de base de tempo de estação base para calibração de estação base, os deslocamentos de pseudo-alcance em diversas localizações físicas na área de cobertura sem fio, como, por exemplo, para diversos setores de célula, podem ser compilados e utilizados na correção de determinações de posição de estações móveis determinadas como estando na vizinhança dos setores de célula. Por

exemplo, a correção de distâncias é quantificada como um valor de calibração de link direto (FLC). Em particular, a FLC é definida como a diferença de tempo entre a marca de tempo nos dados que são transmitidos pela estação móvel e o
5 tempo de transmissão real.

Os componentes que contribuem para a FLC são retardos de cabo da antena de recepção GPS da estação base, da saída de estroboscópio de temporização do receptor GPS para a entrada de estroboscópio de temporização do hardware
10 de transmissão da estação base e da antena de transmissão da estação base. O servidor de banco de dados de almanaque de estação base ajusta automaticamente os campos de FLC no banco de dados de almanaque de estação base com base nos dados de medição de posição GPS e AFLT das estações móveis
15 híbridas. Pelo uso dos valores de FLC mais precisos para os setores, as medições de alcance podem ser aperfeiçoadas de cerca de 0 até 30 por cento.

Uma vez que os pseudo-alcances GPS são tão mais precisos, se um número suficiente de satélites GPS for
20 visto, a determinação relatada final seria baseada quase exclusivamente no GPS. Felizmente, nestes casos, as estimativas de distância até as antenas de setor são ainda medidas e salvas em arquivos de registro da PDE. Deste modo, todas as informações necessárias para determinar o
25 novo valor da FLC calibrado estão disponíveis. Estas informações incluem: o antigo valor da FLC "predefinido" ou "médio"; a posição de determinação, determinada utilizando medições GPS, a posição das antenas de setor a partir do banco de dados de almanaque de estação base e a estimativa
30 das distâncias medida até cada antena de setor celular, determinada utilizando medições de fase-piloto com a técnica AFLT. A equação seguinte relaciona estas entradas com o novo valor da FLC:

$Nova_FLC = FLC_Antiga -$
 $(distância_da_posição_de_determinação_até_antena -$
 $estimativa_de_distância_medida)$

A equação acima omite constantes de conversão de
 5 unidades. Por exemplo, se a FLC for medida nas chamadas
 unidades Chip_x_8 de número pseudo-aleatório, a fórmula
 para o novo valor da FLC é:

$$FLC_{NOVA} = FLC_{ANTIGA} + \frac{Restante}{30,52}$$

onde:

10 FLC_{NOVA} = o novo valor de Calibração de
 Link Direto, em unidades Chip_x_8

FLC_{ANTIGA} = o valor de Calibração de Link
 Direto usado durante a reunião
 15 da PDE, em unidades Chip_x_8

$Restante$ = o restante para uma medição de
 Pseudo-alcance de setor
 específica, em metros, que é o
 que surge da PDE se a realidade
 20 do terreno não for conhecida

$30,52$ = o número de metros por unidades
 Chip_x_8.

Uma chave para o ajuste da FLC é que a
 determinação da posição deve ser de alta exatidão, uma vez
 25 que qualquer erro na posição de determinação se traduziria
 em erro no novo valor da FLC. A posição de determinação
 pode ser avaliada com alta segurança utilizando uma medida
 de qualidade de "Erro de Posição Estimada Horizontal" (HEPE
 - Horizontal Estimated Position Error), que é a própria
 30 estimativa da PDE do erro de cada determinação de
 localização. Deste modo, apenas determinações que atendam a

algum limite de qualidade - como, por exemplo, o de ter um valor de HEPE de menos de 50 metros - devem ser utilizadas nestes cálculos.

As medições-piloto são calculadas para todos os
5 setores ouvidos pelo aparelho telefônico com cada determinação. Dependendo do ambiente, este é usualmente pelo menos um modesto punhado de setores, e freqüentemente um tanto quanto de 20 ou mais em ambientes urbanos densos. Deste modo, cada determinação resulta em muitas estimativas
10 de distância, todas elas sendo utilizáveis neste processo.

Um banco de dados de almanaque de estação base inicial deve existir neste processo, de modo que a PDE possa resolver a identidade de setor de cada setor visto. Entretanto, a qualidade dos valores de FLC para estes
15 setores não é importante. Valores "predefinidos" ou "médios" da FLC podem ser usados. A chave é que as identidades de setor vistas pelo aparelho telefônico existam no banco de dados de almanaque de estação base. É desejável que as posições de antena sejam razoavelmente
20 precisas, mas não é necessário que as posições de antena sejam conhecidas com precisão em qualquer momento. Se o entendimento de uma posição de antena se aperfeiçoar com o tempo, isto pode ser incluído para obter uma posição de antena de certeza maior, e utilizado para melhorar a
25 exatidão da calibração do link direto. Além disto, o servidor de banco de dados do almanaque de estação base pode determinar se uma antena foi movida e, neste caso, uma localização de antena precisa, mas desatualizada, pode ser removida do banco de dados do almanaque de estação base e
30 substituída por uma localização atualizada.

As figuras 5 e 6 mostram um exemplo de como a PDE pode ser programada para determinar a localização de posição de uma estação móvel. Na primeira etapa, 81, da

figura 5, a PDE faz uma estimativa de posição inicial com base nas medições AFLT enviadas inicialmente da MS para a PDE. Na etapa 82, a PDE tenta associar os PNs vistos pelas estações móveis com os setores de célula específicos gravados no banco de dados de almanaque de estação base. Se o setor que está servindo à MS não puder ser identificado singularmente, então a AFLT não é possível uma vez que a PDE não é capaz de determinar de quais torres de antena de estação base as medições de alcance AFLT se originam. Portanto, a execução se ramifica da etapa 83 até 84 se o setor que está servindo à MS não puder ser identificado de maneira singular. Caso contrário, a execução continua da etapa 83 até a etapa 85.

Na etapa 84, dados de Assistência à Sensibilidade (AS - Sensitivity Assist) e de Assistência à Aquisição (AA - Acquisition Assist) são gerados com base nos centróides de ID de rede e de ID de sistema ou posição pré-definida. Os dados SA/AA serão enviados à MS (na etapa 90 da figura 6) de modo a ajudarem a MS na aquisição de GPS e na medição de pseudo-alcance GPS. Uma vez que a célula servidora não foi encontrada, a AFLT não é possível, e exatidão e o rendimento GPS podem ser seriamente afetados. A execução continua da etapa 84 até a etapa 90 na figura 6.

Na etapa 85 da figura 5, a PDE tenta determinar o setor de referência e todos setores de medição. Se um PN de medição não puder ser associado de maneira singular a um único setor, essa medição de alcance não é utilizada. Se a célula de referência não puder ser determinada de maneira singular, a célula que serve é usada em seu lugar. Em seguida, na etapa 86, a PDE calcula uma "predeterminação" com base na AFLT apenas. Em seguida, na etapa 87, a execução se ramifica na etapa 89 se o cálculo de

"predeterminação" da etapa 86 não tiver tido sucesso. Caso contrário, a execução continua da etapa 87 até a etapa 88.

Na etapa 88, dados SA/AA são gerados com base em informações de setores de célula. A execução continua da
5 etapa 88 até a etapa 90 da figura 6.

Na etapa 89 da figura 5, dados SA/AA são gerados com base na localização e na incerteza predeterminadas. Quanto menor a incerteza de posição inicial, mais precisos os dados AA, mais rápido será o processamento na MS, e
10 melhores a exatidão e o resultado de determinação finais. A execução continua da etapa 89 até a etapa 90 da figura 6.

Na etapa 90 da figura 6, os dados SA/AA são enviados à MS. A MS usa os dados SA/AA na aquisição de GPS e na medição de pseudo-alcance GPS. A MS busca os satélites
15 GPS indicados nos dados de assistência e efetua uma segunda rodada de busca de pseudo-alcances AFLT. Na etapa 91, a PDE recebe da MS os pseudo-alcances GPS e AFLT. Na etapa 92, a PDE tenta mais uma vez identificar todos PNs de medição. Se um PN não puder ser identificado de maneira singular com um
20 único setor, então essa medição de alcance não é utilizada. Na etapa 93, a PDE gera uma determinação final com base nas medições de alcance GPS e AFLT.

Na etapa 94, a PDE pode utilizar vários métodos em paralelo para calcular a posição final, e a abordagem
25 mais provável para obter o menor erro de posição é utilizada. Uma determinação GPS é tentada primeiro, porque a exatidão é bem superior a qualquer outro método. Se a determinação GPS fracassar, a PDE seleciona de entre várias outras abordagens, e o resultado com a estimativa de erro
30 associado menor é utilizado. Estas outras abordagens incluem: AFLT-apenas; uma posição determinada pelo conhecimento da orientação de setor e do alcance aproximado utilizando uma medição RTD (se disponível); uma

determinação de "setor de célula misto", obtida usando-se o conhecimento dos setores vistos pelo móvel, e a posição e a orientação de cada setor; uma determinação de posição de centróide da área de cobertura do setor que serve atual (ou
5 se não tiver sido possível determinar o setor que serve atual, o setor que serve original); a posição de centróide da região de cobertura atual do ID de Rede/ID de Sistema; e finalmente, uma posição predefinida armazenada no arquivo de configuração da PDE.

10 O uso de uma FLC para que cada setor corrija a posição de uma MS na vizinhança do setor pode ser aperfeiçoado pelo acúmulo e análise estatísticas de várias estimativas de distâncias até diversas estações móveis em cada setor, de preferência a partir de diversos locais
15 dentro da área de cobertura de setor. Pela reunião de um conjunto de amostras, o processamento estatístico no conjunto pode ser aplicado para determinar o novo valor de FLC mais ótimo a ser usado. Calculando a média destes dados e utilizando dados reunidos a partir de um conjunto diverso
20 de localizações dentro da área de cobertura de cada setor foram encontrados para rendimento valores de FLC mais precisos.

Um conjunto de amostras pode ser reunido a partir de sessões de localização de posição regulares durante
25 chamadas telefônicas normais para ou de estações móveis híbridas e/ou da reunião de campos dirigidos ao redor (drive-around). Para a qualidade adicional dos dados reunidos, a reunião de campos dirigidos ao redor pode ser efetuada por pessoal de campo técnico em veículos, cada um
30 deles equipado com um aparelho telefônico móvel híbrido conectado a uma antena PCS externa e a uma antena GPS ativa externa. Em áreas onde múltiplas frequências CDMA estiverem em uso, os dados devem ser reunidos em cada frequência, uma

vez que a permutação de cada setor-frequência CDMA é calibrada separadamente. Por exemplo, quando se usa uma abordagem dirigida ao redor, múltiplos aparelhos telefônicos devem ser utilizados para assegurar diversidade
5 de frequência suficiente.

A presente invenção refere-se mais especificamente ao uso de estações móveis para determinar informações de localização de antena de estação base. Isto pode ser feito não só para fornecer determinações de
10 posição mais precisas das estações móveis, mas também para assegurar cobertura celular adequada de estações base que tenham sido ou fisicamente relocizadas ou se tenham tornado danificadas devido a informações de localização de antena incorretas no almanaque de estação base. No pior
15 caso, uma alteração na localização da antena pode resultar em um problema de identificação de setor de célula no qual os sinais observados por um aparelho telefônico (isto é, uma estação móvel sem fio) não podem ser adequadamente relacionados com as informações no banco de dados de
20 almanaque de estação móvel.

O servidor de banco de dados de almanaque de estação base descobre casos em que uma identidade observada por um aparelho telefônico não é encontrada no banco de dados de almanaque de estação base, e rastreia tais
25 ocorrências ao longo do tempo. O servidor de banco de dados de almanaque de estação base identifica novos setores que são adicionados à rede e avisa o operador do sistema de tais alterações. O servidor de banco de dados de almanaque de estação base gera uma entrada no banco de dados de
30 almanaque de estação base que inclui determinação da localização de antena, a identidade observada, parâmetros de calibração e incerteza calculados automaticamente e valores predefinidos. O servidor de banco de dados de

almanaque de estação base identifica também setores cuja identidade observada pelo aparelho telefônico ou relatada pela infra-estrutura celular se alterou devido a uma alteração ou reconfiguração da rede e não mais corresponde ao banco de dados de almanaque de estação base. O servidor de banco de dados de almanaque de estação base altera automaticamente o banco de dados de almanaque de estação base de modo a refletir a nova identidade.

Para medições de alcance terrestres, a posição da antena ajuda a PDE a resolver as identidades do setor de referência e do setor de medição, e é a localização de onde as medições de alcance se originam. Os erros de posição de antena traduzem-se em erros de alcance terrestres. A posição da antena é também essencial na geração de uma "estimativa de posição inicial", que é utilizada para gerar informações de assistência GPS.

O servidor de banco de dados de almanaque de estação base identifica posições de antena de setor de banco de dados de almanaque de estação base que não são consistentes com a posição medida. Isto pode resultar de células móveis (COWs e COLTs) ou de tipos no banco de dados de almanaque de estação base. O servidor de banco de dados de almanaque de estação base avisa o operador do sistema de tais problemas, e se assim configurado, o servidor de banco de dados de almanaque de estação base resolverá automaticamente os problemas.

De modo a identificar rapidamente quaisquer alterações evidentes nas posições de antena de setor, é desejável medir as posições de antena de setor em uma base contínua durante o uso de rotina do sistema de comunicação sem fio. Isto pode ser feito utilizando um método de posicionamento de antena de setor inverso. O posicionamento de antena de setor inverso é uma maneira de determinar a

localização de uma antena de setor a partir de dados de uma estação móvel.

Em alguns casos, sabe-se que um setor de célula existe com base em medições de aparelho telefônico do sinal desse setor, mas a localização da antena de setor não é conhecida. Se a posição do aparelho telefônico puder ser determinada com base em outras medições, essa posição do aparelho telefônico e o alcance medido até a antena de setor podem servir como uma entrada valiosa na determinação da localização da antena de setor.

Em muitos casos, a posição do aparelho telefônico pode ser determinada sem se conhecer a fonte do setor desconhecido - por exemplo, com base em uma boa determinação GPS ou em uma determinação AFLT ou híbrida que não use uma medição do setor desconhecido. Se isto ocorrer várias vezes, de diferentes posições, cada uma destas determinações de posição serve tanto como um ponto de origem (a posição do aparelho telefônico) quanto como um alcance para a posição de antena deste setor desconhecido.

Estas posições e alcances podem servir como entradas em um processador de navegação, que pode calcular a posição de antena de setor da mesma maneira pela qual, por exemplo, as posições e alcances de satélite GPS são utilizados para calcular a posição de um receptor GPS. Muitos métodos existem para executar este processamento de navegação, como, por exemplo, iteração de média dos mínimos quadrados, e filtragem de Kalman e são notoriamente entendidos pelos que conhecem a técnica.

Como os que conhecem a técnica podem também entender, é importante que os pontos de referência sejam suficientemente afastados entre si, em comparação com os alcances para a antena de setor, de modo que a geometria seja adequada para calcular com precisão a posição da

antena de setor. Além disto, cada alcance de entradas das posições do aparelho telefônico deve ter uma estimativa de erro associada a ela que combine tanto a incerteza na posição de aparelho telefônico de referência quanto a
5 incerteza estimada no alcance com base, por exemplo, em possíveis retardos de sinal de extensão de percurso excessiva. Estas estimativas de erro de medição podem ser combinadas no algoritmo de processamento de navegação de modo a estimar o erro na determinação da posição de antena
10 de setor.

Além disto, as medições de alcance para a antena de setor podem conter uma distorção (bias) de constante justa devido à distorção de tempo no transmissor do setor. Esta calibração de link direto pode ser solucionada
15 simultaneamente com a posição da antena de setor. Deste modo, a posição tridimensional da antena de setor, assim como a distorção de tempo, podem ser calculadas na mesma operação - de maneira semelhante ao posicionamento do receptor GPS.

É reconhecido que a solução para a altura vertical da antena de setor pode ser às vezes difícil, devido à geometria observável limitada na direção vertical. A altura da antena de setor pode ser estimada com base em uma altura média de antena (digamos, de 10 metros) acima da
25 altura média das posições de referência de aparelho telefônico e/ou altura do terreno com base em uma busca em um banco de dados de elevação de terreno. Embora os erros na altura vertical da antena de setor sejam um tanto difíceis de observar com este método, felizmente esses
30 mesmos erros contribuem muito pouco para o erro de determinação de localização quando esse setor é finalmente adicionado ao banco de dados de almanaque de estação base e

usado como localização de referência para o posicionamento do aparelho telefônico.

Uma vez que a posição de antena de setor tiver sido razoavelmente determinada por este método, um novo
5 setor pode ser adicionado ao banco de dados de almanaque de estação base e subseqüentemente usado no posicionamento do aparelho telefônico, ou um sinal não identificado visto pelo aparelho telefônico pode ser juntado a uma entrada no banco de dados de almanaque de estação base com informações
10 de identidade incorretas, e estas informações de identidade podem ser corrigidas.

Com referência às figuras de 7 a 10, é mostrado um fluxograma de um exemplo de implementação de posicionamento de antena de setor inverso na rede de
15 comunicação sem fio da figura 1. Por exemplo, o fluxograma representa uma programação no servidor de banco de dados de almanaque de estação base 43 da figura 3 para manutenção e aperfeiçoamento dos parâmetros de localização de estação base no almanaque de estação base 44, e uma programação na
20 entidade de determinação de posição 41 na figura 3 para determinação de posição de estação móvel e cálculo de posição de estação base.

Em uma primeira etapa, 101, da figura 7, uma estação móvel faz ou recebe uma chamada telefônica sem fio.
25 Durante o processo de estabelecimento de comunicação entre a rede e a estação móvel, descrito acima com referência à figura 4, a rede tenta determinar os setores de célula em comunicação com a estação móvel a partir de indicações das estações base que receberam sinais das estações móveis. Na
30 etapa 102 da figura 7, se uma estação base indicada não puder ser encontrada no almanaque de estação base, então a execução se ramifica na etapa 103 de modo a criar um novo registro de banco de dados para a estação base, e de modo a

se gravar "posição desconhecida" para a estação base. Após a etapa 103, a execução continua até a etapa 104. A execução também continua até a etapa 104 da etapa 102 se a estação base for encontrada no almanaque de estação base.

5 Na etapa 104, a rede determina a posição (estimativa de valor e erro) da estação móvel independentemente da posição de estação base em comunicação com a estação móvel. Por exemplo, se a estação móvel tiver um receptor de satélite para receber sinais de
10 posicionamento global, a posição da estação móvel pode ser determinada independentemente da posição de estação base, utilizando, por exemplo, o sistema GPS. Se a estação móvel estiver na faixa de comunicação de outras estações base que têm posições conhecidas, então a posição da estação móvel
15 pode ser determinada a partir de sinais transmitidos entre a estação móvel e estas outras estações base, utilizando, por exemplo, a AFTL.

 Na etapa 105, se a elevação da antena da estação base não for conhecida, então a execução se ramifica na
20 etapa 106, para avaliar a elevação da antena da estação base, conforme também descrito a seguir com referência à figura 10. Após a etapa 106, a execução continua até a etapa 107. A execução também continua da etapa 105 até a etapa 107 se a elevação da antena da estação base for
25 conhecida.

 Na etapa 107, a rede obtém uma medição de pseudo-alcance (estimativa de valor e erro) entre a estação móvel e a estação base utilizando sinais transmitidos entre a estação móvel e a estação base, por exemplo, da maneira
30 descrita acima com relação à calibração de link direto. Na etapa 108, se a posição de estação base não for conhecida, então a execução continua até a etapa 111 da figura 8. Caso contrário, a execução ramifica-se na etapa 121 da figura 9.

Na etapa 111 da figura 8, se não houver medições suficientes para determinação da posição de estação base, então a execução retrocede à etapa 101. Por exemplo, para determinar a latitude e a longitude de uma estação base para o caso de uma elevação de antena de estação base conhecida, deve haver pelo menos duas medições de pseudo-alcance a partir das posições de estação móvel afastadas entre si para triangulação. Medições adicionais são necessárias se a elevação de antena de estação base for desconhecida ou se as medições de pseudo-alcance dependerem do deslocamento de tempo da estação base. Uma vez obtido um número suficiente de medições, a execução continua da etapa 111 até a etapa 112.

Na etapa 112, a rede usa as posições da estação móvel (estimativas de valores e erro), deslocamentos de tempo da estação móvel (estimativas de valores e erro) e pseudo-alcances (estimativas de valor e erro) para computar a posição de estação base (estimativa de valor e erro) e deslocamento de tempo da estação base (estimativa de valor e erro). Por exemplo, a incerteza de uma medição de alcance pode depender da potência do sinal-piloto, da resolução de seqüências de PN's, da elevação do satélite no caso de uma medição de alcance GPS e da possibilidade de propagação de multipercurso no caso de medições de alcance terrestres. A incerteza de uma medição de alcance depende também da incerteza dos parâmetros de serviço de localização subjacentes, como, por exemplo, a incerteza no deslocamento de tempo na calibração de link direto no caso de uma determinação de alcance AFLT, a incerteza na calibração de link reverso no caso de uma medição de alcance RTD e a incerteza da posição da antena da estação base e da elevação de terreno no caso de medições de alcance AFLT ou RTD. A incerteza, por exemplo, é quantificada em termos de

um desvio padrão, com base em estatísticas nas quais há uma quantidade de amostras, ou com base em erro de resolução e medição estimada conhecido que supõe uma distribuição Gaussiana.

5 O procedimento de computação pode utilizar um programa de quadrados mínimos convencional, ou um filtro de Kalman, conforme é comumente entendido na técnica de navegação (como o GPS, por exemplo). Este procedimento de computação é usado para determinar a posição e o
10 deslocamento de tempo de uma estação base a partir de posições conhecidas e deslocamentos de tempo conhecidos de múltiplas estações móveis, em contraste com o uso convencional do procedimento de computação para computar a posição e o deslocamento de tempo de uma estação móvel a
15 partir de posições conhecidas e de deslocamentos de tempo conhecidos de múltiplas estações base. Na etapa 113, o almanaque de estação base é atualizado para indicar que a posição de estação base é conhecida, e a execução retrocede à etapa 101 da figura 7.

20 Em uma primeira etapa, 121, da figura 9, a rede computa a distância entre a estação móvel e a estação base a partir de posições conhecidas e compara a distância com a medição de pseudo-alcance. Se a distância for incompatível com a medição de pseudo-alcance, levando-se em consideração
25 as estimativas de erro da distância e a medição de pseudo-alcance, então a execução ramifica-se na etapa 123 para gravar a possibilidade de que a posição de estação base esteja incorreta. Se um número de tais incompatibilidades for gravado, então na etapa 124 um limite de erro é
30 atingido, e a execução continua na etapa 125 para gravar que a posição de estação base é desconhecida, para gravar o erro em um registro e para relatar o erro ao operador do sistema. A execução continua da etapa 125 até a etapa 111,

da figura 8, para usar possivelmente valores de posição de estação móvel e medições de pseudo-alcance para determinar a posição de estação base. Se o limite de erro não tiver sido atingido, então a execução retrocede da etapa 124 à
5 etapa 101 da figura 3.

Na etapa 122, se a distância entre a estação móvel e a estação base for compatível com a medição de pseudo-alcance, então a execução continua da etapa 122 para a etapa 126. Na etapa 126, a posição de estação móvel
10 (estimativa de valor e erro), o deslocamento de tempo da estação móvel (estimativa de valor e erro) e a medição de pseudo-alcance (estimativa de valor e erro) são usados para aperfeiçoar a posição de estação base (estimativa de valor e erro) e o deslocamento de tempo da estação base
15 (estimativa de valor e erro). Após a etapa 126, a execução retrocede à etapa 101 da figura 7.

Uma maneira de aperfeiçoar a posição de estação base e o deslocamento de tempo da estação base na etapa 126 da figura 9 é manter um registro de medições referentes à
20 posição e ao deslocamento da estação base e recomputar a posição de estação base com base em todas as medições no registro. Quando o número de medições se tornar grande, contudo, o tempo de computação e o armazenamento podem tornar-se excessivos. Neste ponto, a posição e o
25 deslocamento de tempo da estação base podem ser computados utilizando apenas um determinado número das medições mais recentes. Além disto, é possível usar um filtro, como, por exemplo, um filtro de Kalman, de modo a aperfeiçoar continuamente o valor da posição e do deslocamento de tempo
30 da estação base. Em um exemplo simples, as medições mais recentes produzem uma posição estimada (P_e), e a nova posição (P_{nova}) é computada como uma média ponderada da

posição antiga (P_{antiga}) e da posição estimada (P_e) da maneira seguinte:

$$P_{nova} = \alpha(P_e) + (1-\alpha)(P_{antiga})$$

em que α é um fator de ponderação menor que um. O fator de ponderação é escolhido com base no respectivo número de
5 medições (N) e na respectiva média do erro relativo (E) das medições que contribuem para o valor antigo e o valor estimado, por exemplo, de acordo com:

$$\alpha = (N_e/E_e) / (N_e/E_e + N_{antigo}/E_{antigo})$$

10 Um filtro pode ser também usado de maneira semelhante para computar um novo valor para o deslocamento de tempo da estação base a partir do valor antigo e de uma nova estimativa, mas neste caso é vantajoso estimar a variação (drift) do deslocamento de tempo ao longo do
15 tempo. Em outras palavras, o deslocamento de tempo da estação base ($T_{deslocamento}$) é modelado como uma função linear do tempo (t); $T_{deslocamento} = \beta t + T_0$. A partir de uma série de medições ao longo do tempo, os parâmetros β e T_0 são estimados pelo método de quadrados mínimos. Quando o número
20 de medições na série se torna excessivo, apenas um número razoável das medições mais recentes é retido no registro e usado para produzir um valor estimado para β e um valor estimado para T_0 . Um novo valor para β é computado a partir do valor estimado de β e do valor antigo de β , e um novo
25 valor para T_0 é computado a partir do valor estimado de T_0 e do valor antigo de T_0 .

A figura 10 mostra um fluxograma de uma rotina para estimar uma elevação da antena da estação base. Em uma primeira etapa, 131, se a posição (latitude e longitude) da
30 antena da estação base for desconhecida, então a execução ramifica-se na etapa 132. Na etapa 132, a elevação de

terreno na posição de estação base é estimada pela computação da média das elevações das estações móveis na faixa de comunicação da estação base, e a execução continua até a etapa 134. Na etapa 121, se a posição de estação base
5 for conhecida, então a execução continua até etapa 133. Na etapa 133, um banco de dados de elevação de terreno é acessado de modo a obter a elevação de terreno na posição de estação base (conhecida ou estimada). Na etapa 134, a elevação da antena da estação base é estimada como uma
10 altura média de antena (como, por exemplo, de 3,04 metros) acima da elevação de terreno (conhecida ou estimada) na posição de estação base, e a execução volta.

Em vista do que foi dito acima, foi descrita uma rede de telecomunicação sem fio. As posições de antena da
15 estação base e os deslocamentos de tempo da estação base são armazenados em um banco de dados de almanaque de estação base juntamente com outras informações utilizadas para obter as determinações de posição de estações móveis mais confiáveis em diversas condições. Um sistema
20 automático é fornecido para criar, atualizar e manter o banco de dados de almanaque de estação base. Em geral, o sistema automático usa determinações de posição de estação móvel para dar contexto a informações de alcance terrestre e outras medições tomadas pelo aparelho telefônico celular.
25 O sistema usa também as determinações de posição para manter um entendimento do desempenho celular e fornecer resposta (feedback) de desempenho a operadores e clientes. O sistema automático detecta informações incompletas ou inexatas e em seguida faz determinações automáticas e/ou
30 avisa o operador do sistema. Em particular, o sistema usa as determinações de posição de estações móveis e informações de alcance terrestre para determinar posições de antena da estação base e deslocamentos de tempo da

estação base. Portanto, é possível obter automaticamente dados de localização de estação base quando os dados de localização forem desconhecidos, sem qualquer hardware de rede adicional ou qualquer alteração nos protocolos de comunicação. As posições de antena da estação base podem ser determinadas continuamente durante as determinações de posição de estação móvel normais, de modo a se manterem e aperfeiçoarem os dados de localização de antena e corrigir a alteração ou realocação das antenas das estações base.

10 Desta maneira, é possível recuperar-se rapidamente de uma perda de identidade de setor de célula durante a realocação de uma antena de estação base e assegurar a exatidão da determinação de posição de estação móvel com base no alcance das estações base, e a rápida aquisição de

15 dados de posição de estações móveis que têm receptores de satélite global.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinar a posição de uma estação base, em uma rede de comunicação sem fio, o método **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas de:

5 (a) determinar posições de pelo menos uma estação móvel em comunicação com a estação base; e

(b) determinar a posição da estação base a partir das posições da(s) estação(ões) móvel(eis) e a partir de sinais transmitidos entre a estação base e a(s) 10 estação(ões) móvel(eis).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as estações móveis possuem receptores de satélite global, e as posições das estações móveis são determinadas a partir de sinais recebidos pelas 15 estações móveis provenientes de satélites globais.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as posições das estações móveis são determinadas por Trilateração de Link Direto Avançada (AFLT) de cada estação móvel de estações base que 20 possuem posições conhecidas.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui medir retardos de percurso dos sinais transmitidos entre a estação base e as estações móveis para determinar distâncias entre a estação 25 base e as estações móveis, e determinar a posição da estação base a partir da posição das estações móveis e das distâncias entre a estação base e as estações móveis.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as estações móveis são 30 aparelhos telefônicos híbridos que incluem receptores de satélite global, as posições das estações móveis são determinadas a partir de sinais recebidos pelas estações móveis de satélites globais, e a posição da estação base é

determinada a partir das posições das estações móveis que utilizam Trilateração de Link Direto Avançada (AFLT).

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma única estação móvel está em posições diferentes em momentos diferentes, e pode prover mais de uma medição para determinação da localização da estação base.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui adicionalmente computar uma distorção de tempo de pelo menos uma das estações móveis, e utilizar a distorção de tempo no cálculo da posição da estação base.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui adicionalmente computar uma distorção de tempo no transmissor de estação base a partir das posições determinadas das estações móveis, a partir de distorções de tempo das estações móveis, e a partir dos sinais transmitidos entre a estação base e as estações móveis.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui adicionalmente utilizar estimativas de erro nas posições determinadas das estações móveis e em distorções de tempo das estações móveis para a determinação da posição da estação base.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui estimar elevação de antena da estação base como uma altura média de antena acima de uma elevação média das estações móveis.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui estimar elevação de antena da estação base como uma altura média de antena acima de uma elevação obtida por consulta de um banco de

dados de elevação de terreno para a elevação em uma posição estimada da estação base.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que é realizado em resposta às estações móveis que recebem um sinal de estação base a partir de uma estação base ausente de um almanaque de estação base.

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a posição da antena de estação base determinada a partir das posições das estações móveis é comparada com uma posição para a estação base contida em um almanaque de estação base de modo a verificar a posição para a estação base contida no almanaque de estação base.

14. Método para manter informações de localização de estação base no almanaque de estação base, em uma rede de comunicação sem fio que possui estações base para comunicação com estações móveis, um almanaque de estação base, e uma entidade de determinação de posição para determinar as posições das estações móveis a partir de sinais transmitidos entre as estações base e as estações móveis, o método **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas de:

(a) quando a posição de uma estação móvel é determinada pela entidade de determinação de posição independentemente da posição de uma estação base na faixa de comunicação da estação móvel, determinar a distância entre a estação base e a estação móvel a partir de sinais transmitidos entre a estação base e a estação móvel; e

(b) modificar o almanaque de estação base para incluir informações de localização da estação base corrigidas para a estação base quando a distância entre a estação base e a estação móvel indicar que as informações

de localização da estação base no almanaque de estação base estão incorretas ou relativamente imprecisas.

15 15. Método, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a posição da estação móvel é determinada pela entidade de determinação de posição [independentemente da posição de uma estação base na faixa de comunicação da estação móvel] quando a estação móvel receber um sinal de estação base a partir de uma estação base ausente do almanaque de estação base.

10 16. Método, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui determinar a posição da estação base a partir de posições de uma pluralidade das estações móveis e sinais transmitidos entre a estação base e a pluralidade das estações móveis, e modificar o almanaque de estação base pelo armazenamento da posição determinada da estação base no almanaque de estação base.

17. Rede de comunicação sem fio, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende:

20 (a) estações base (11-15) para comunicação com estações móveis (22-23); e

25 (b) pelo menos uma entidade de determinação de posição (41) para determinar posições das estações móveis com base em sinais transmitidos entre as estações base e as estações móveis, e em informações armazenadas em um almanaque de estação base (44);

30 sendo que a rede de comunicação sem fio é programada para determinar a posição de uma estação base a partir das posições das estações móveis e a partir de sinais transmitidos entre a estação base e as estações móveis, e para utilizar a posição determinada da estação base para manter informações de localização de estação base no almanaque de estação base (44).

18. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a posição da estação base é determinada quando uma estação móvel receber um sinal a partir da estação base e a estação base é descoberta ser ausente do almanaque de estação base (44).

19. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o almanaque de estação base (44) é atualizado com a posição determinada da estação base quando a posição determinada da estação base indicar que informações de localização de estação base no almanaque de estação base (44) indicam uma posição incorreta para a estação base.

20. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADA** pelo fato de que as estações móveis (22-23) possuem receptores de satélite global, e a entidade de determinação de posição (41) determina as posições das estações móveis a partir de sinais recebidos pelas estações móveis a partir de satélites globais.

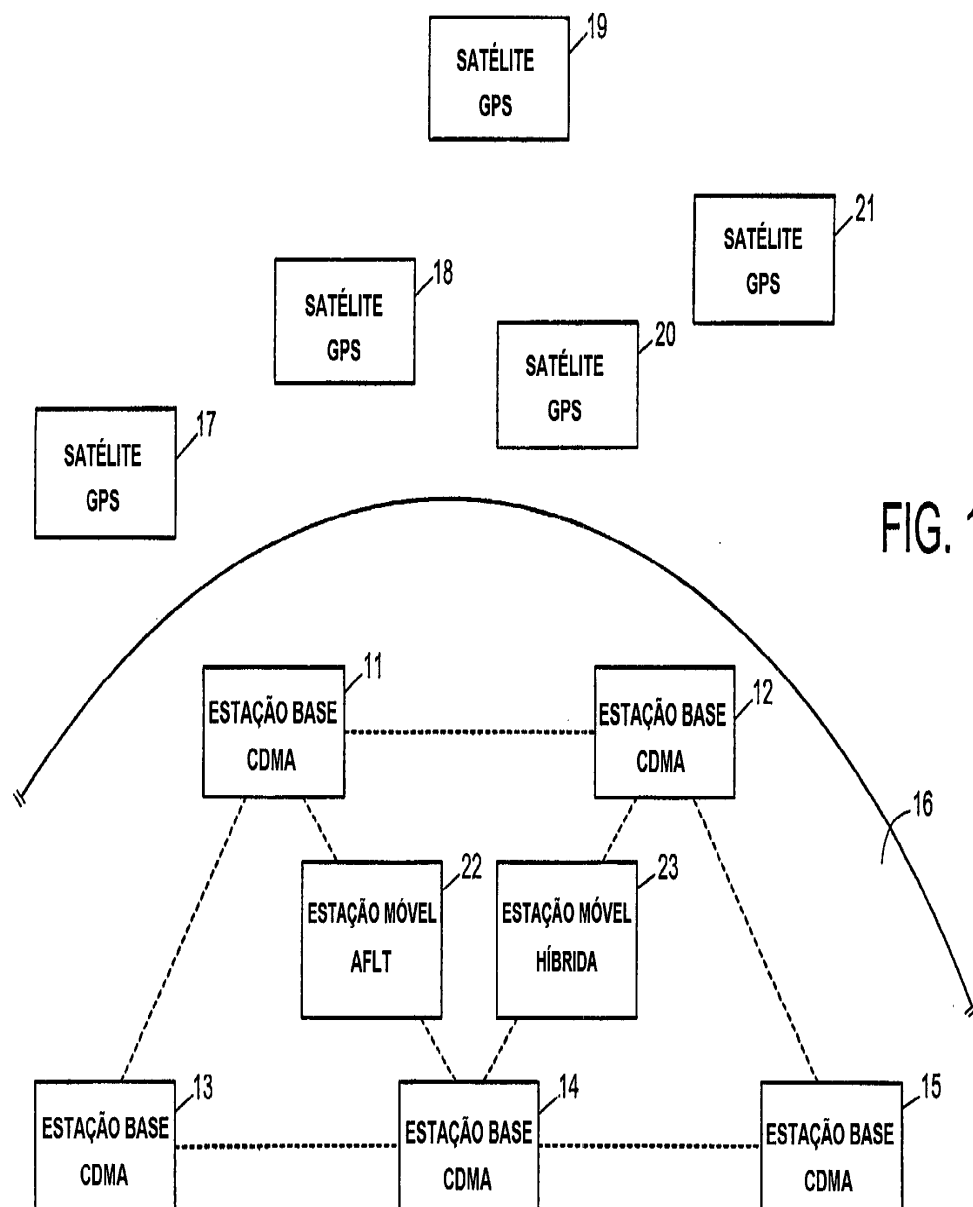
21. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a entidade de determinação de posição (41) determina as posições das estações móveis (22-23) por Trilateração de Link Direto Avançada (81) de cada estação móvel a partir de estações base que possuem posições conhecidas.

22. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a entidade de determinação de posição (41) mede retardos de percurso dos sinais transmitidos entre a estação base e as estações móveis para determinar distâncias entre a estação base e as estações móveis, e determina a posição da estação base a partir das posições das estações móveis e das distâncias entre a estação base e a estação móvel.

23. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a entidade de determinação de posição (41) computa uma distorção de tempo no transmissor de estação base a partir da posição das estações móveis e a partir dos sinais transmitidos entre a estação base e as estações móveis.

24. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a entidade de determinação de posição (41) estima elevação de antena da estação base como uma altura média de antena acima de uma elevação média das estações móveis.

25. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a entidade de determinação de posição (41) estima elevação de antena da estação base como uma altura média de antena acima de uma elevação obtida por consulta de um banco de dados de elevação de terreno para a elevação em uma posição estimada da estação base.



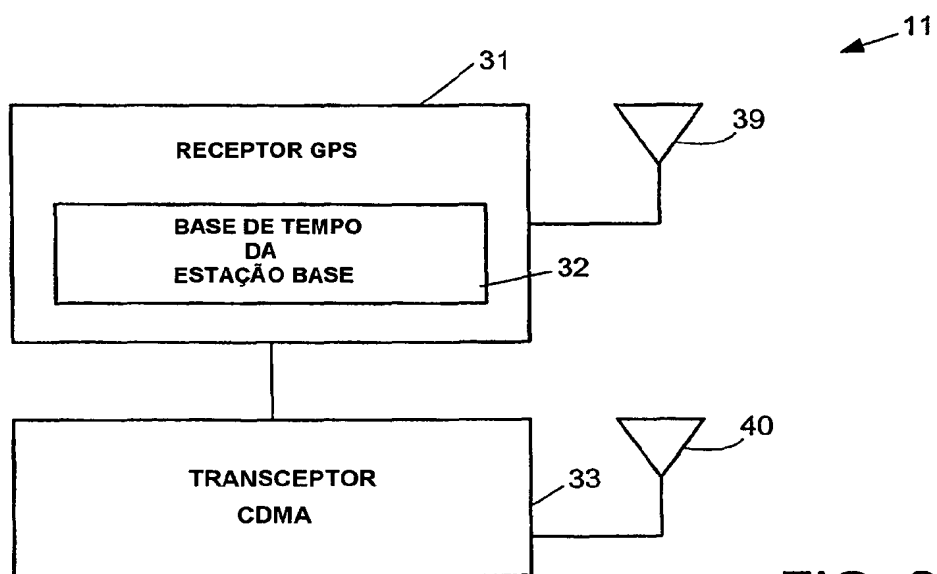


FIG. 2

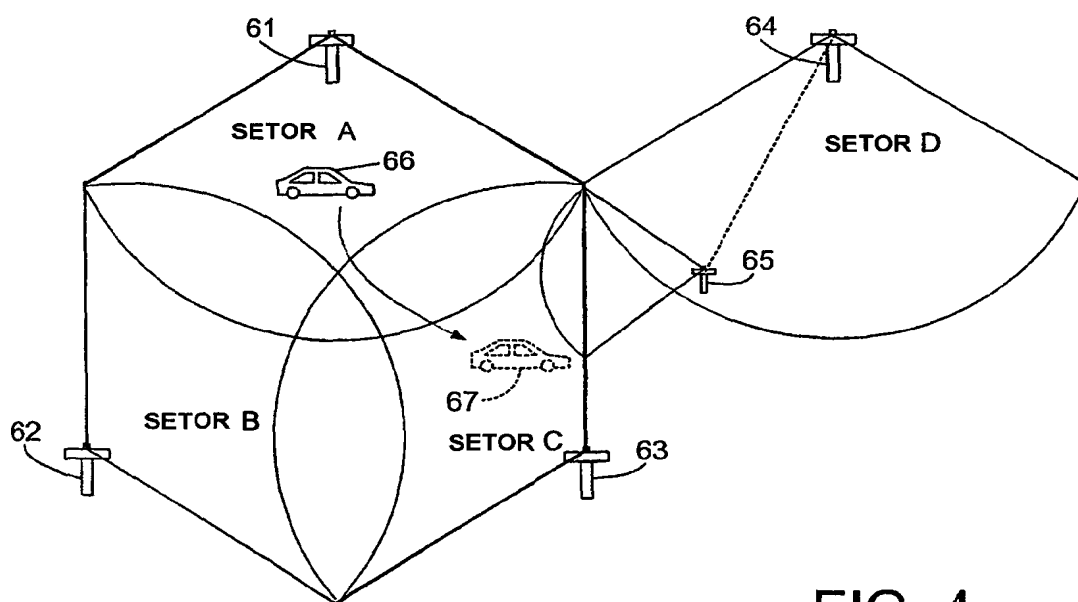


FIG. 4

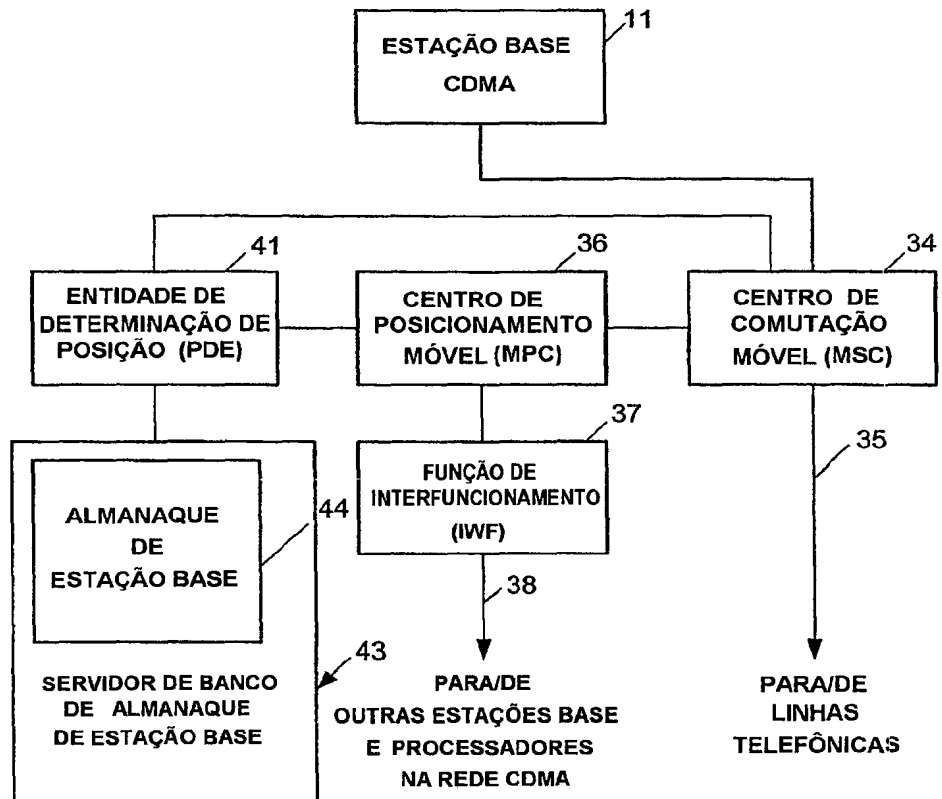


FIG. 3

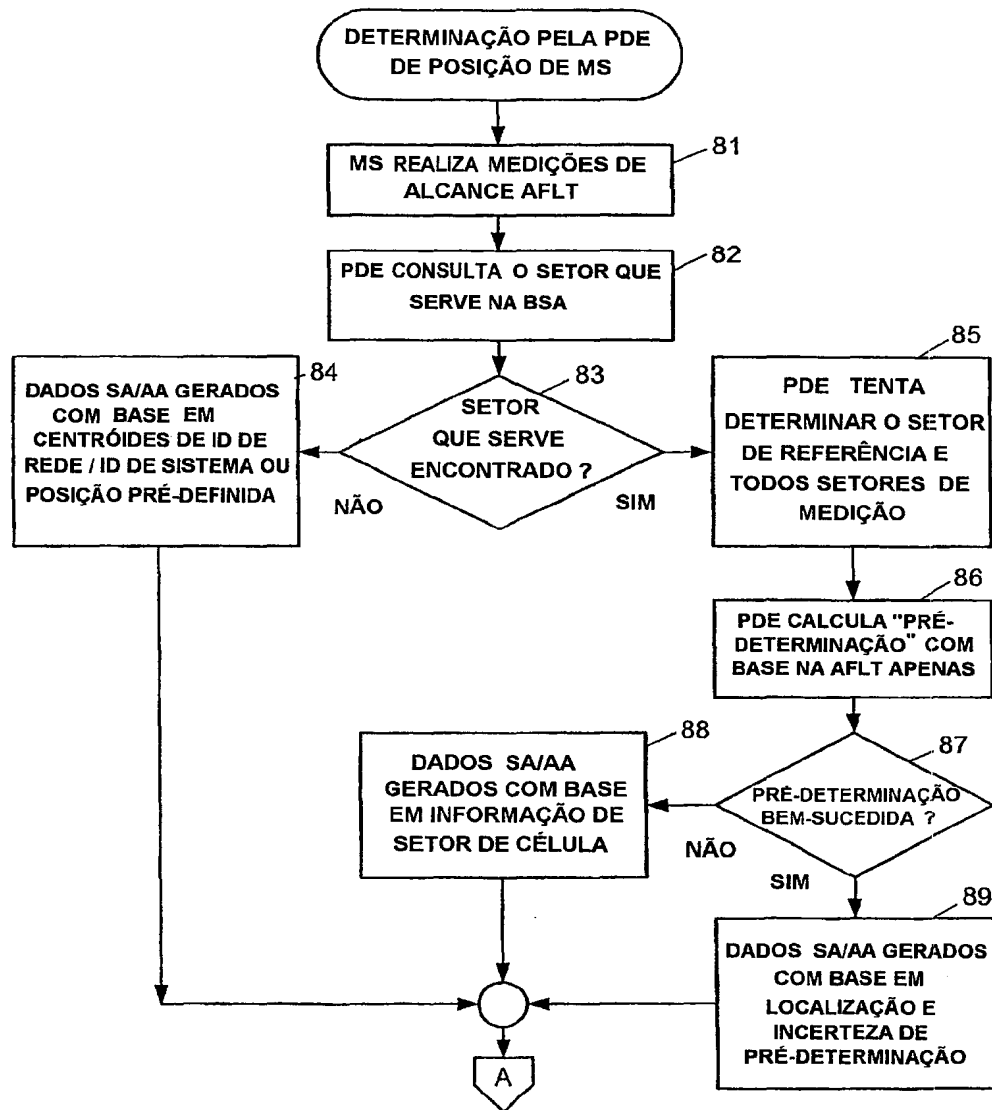


FIG. 5

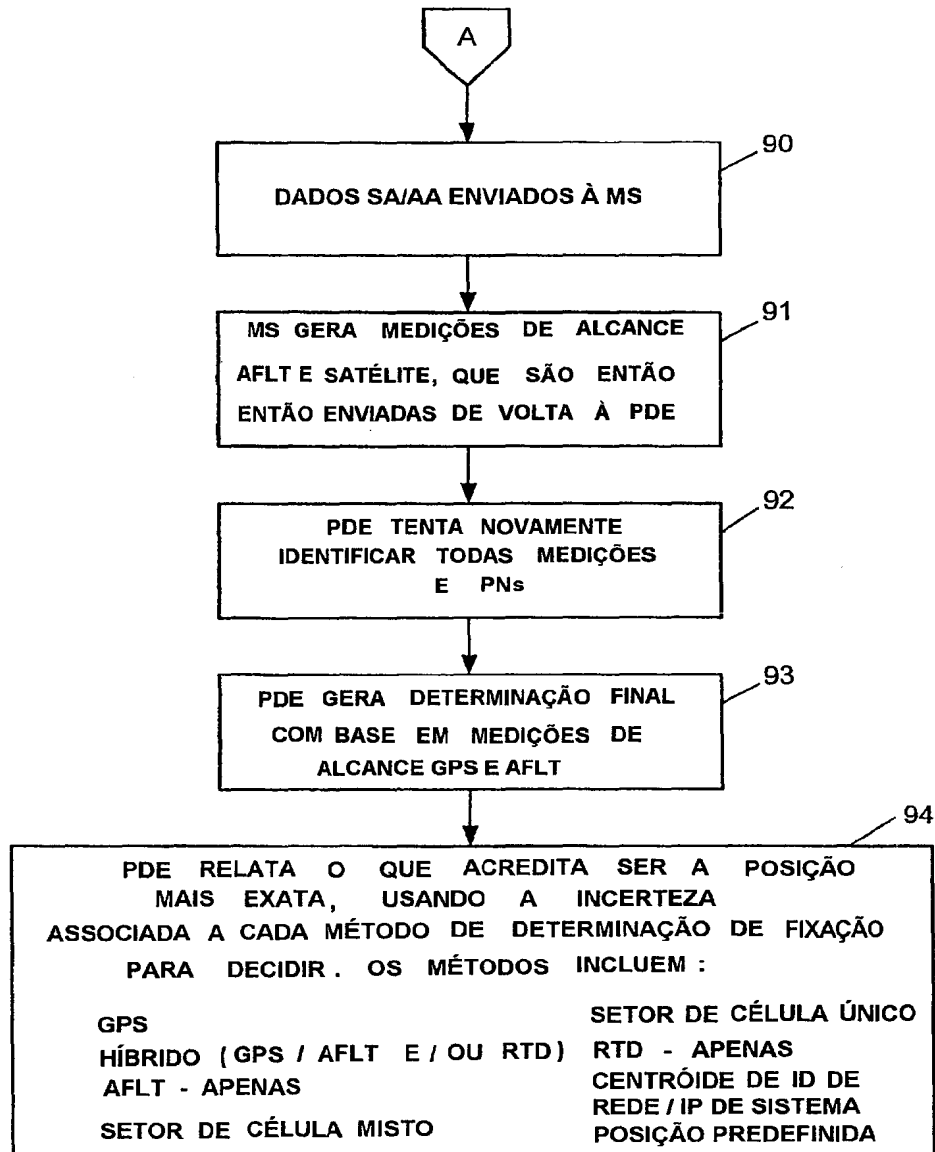


FIG. 6

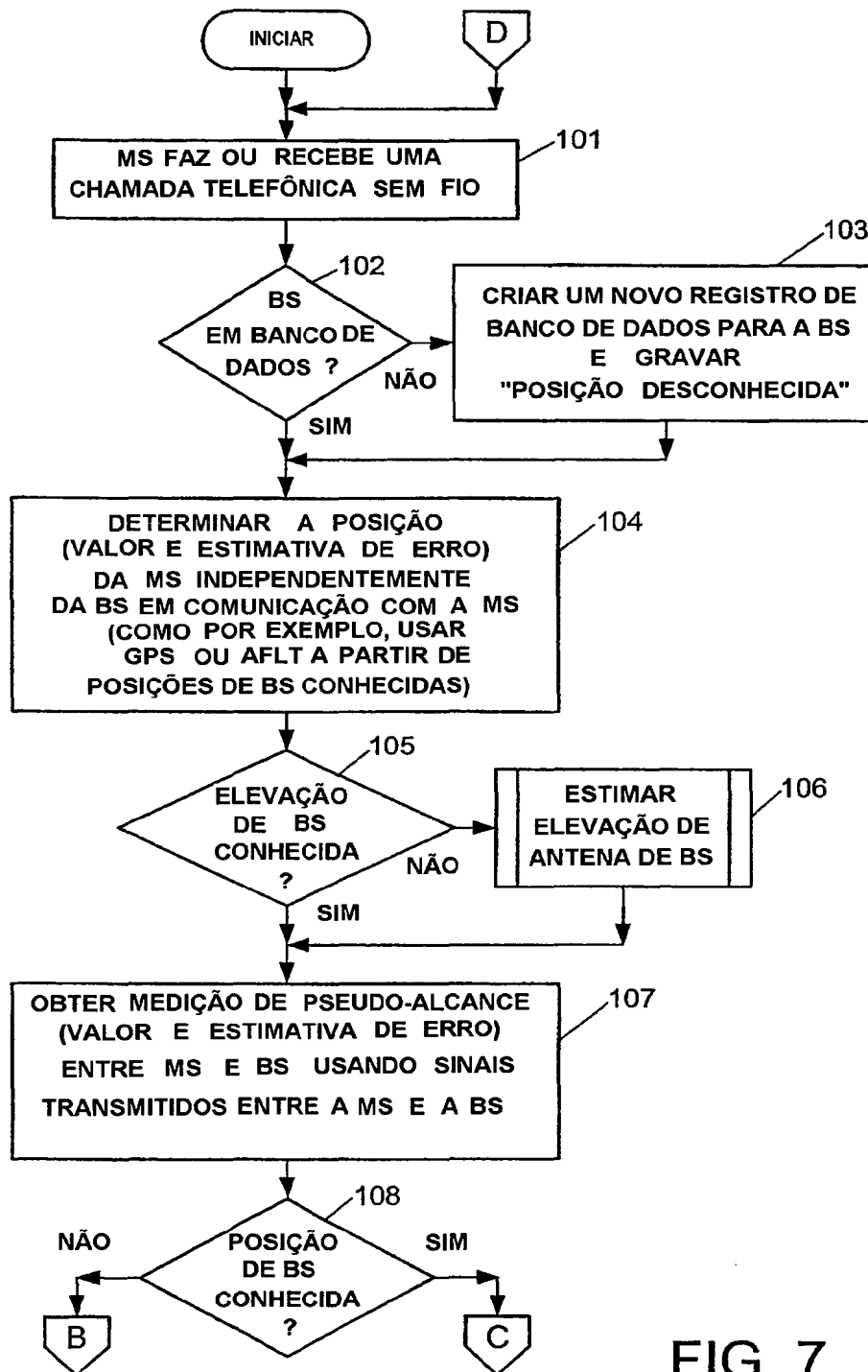


FIG. 7

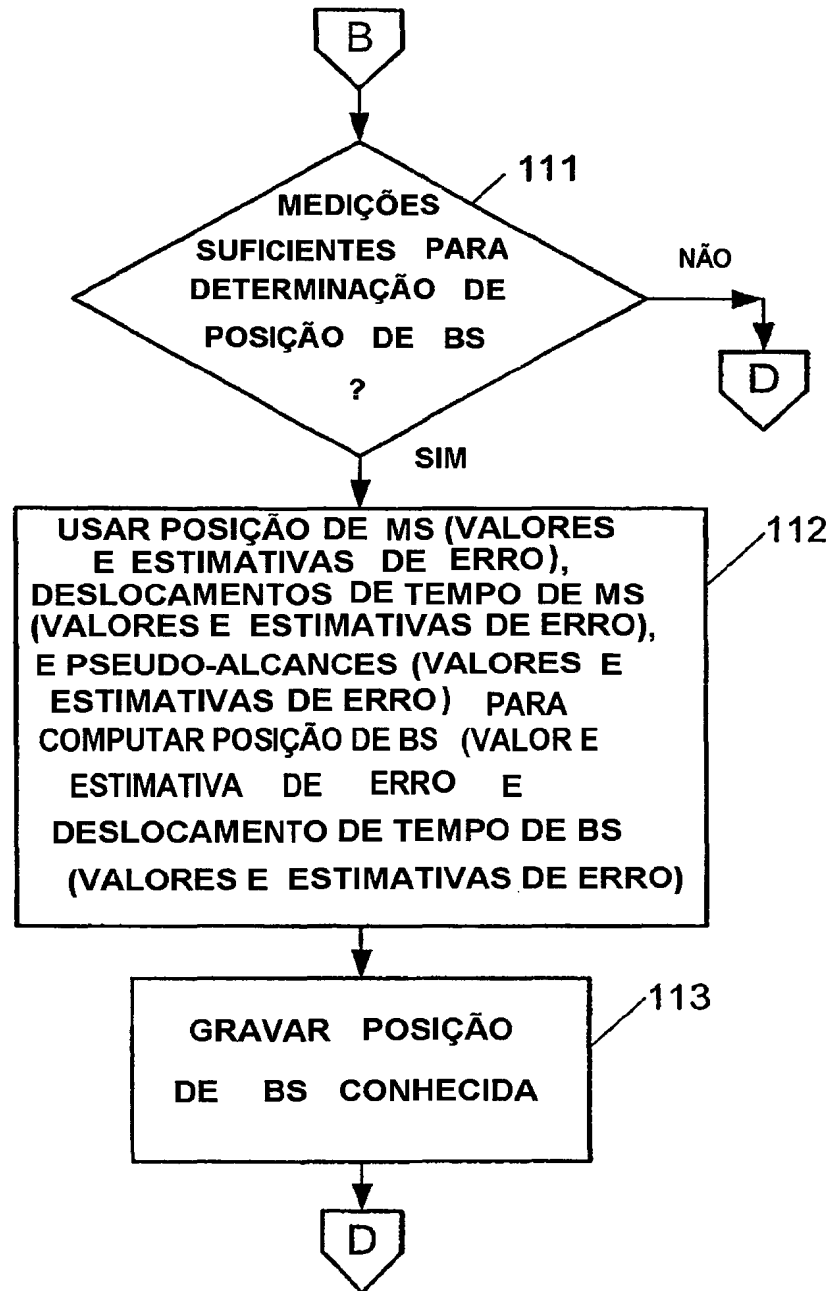


FIG. 8

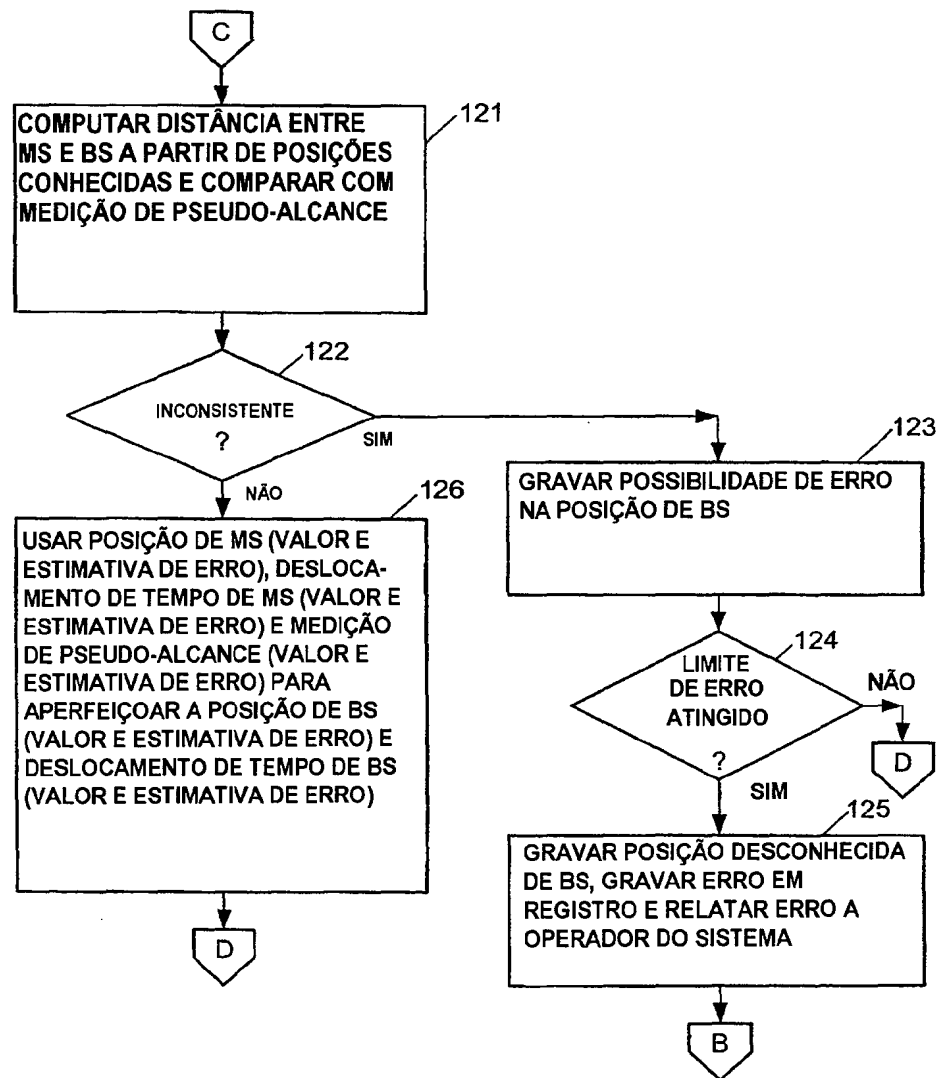


FIG. 9

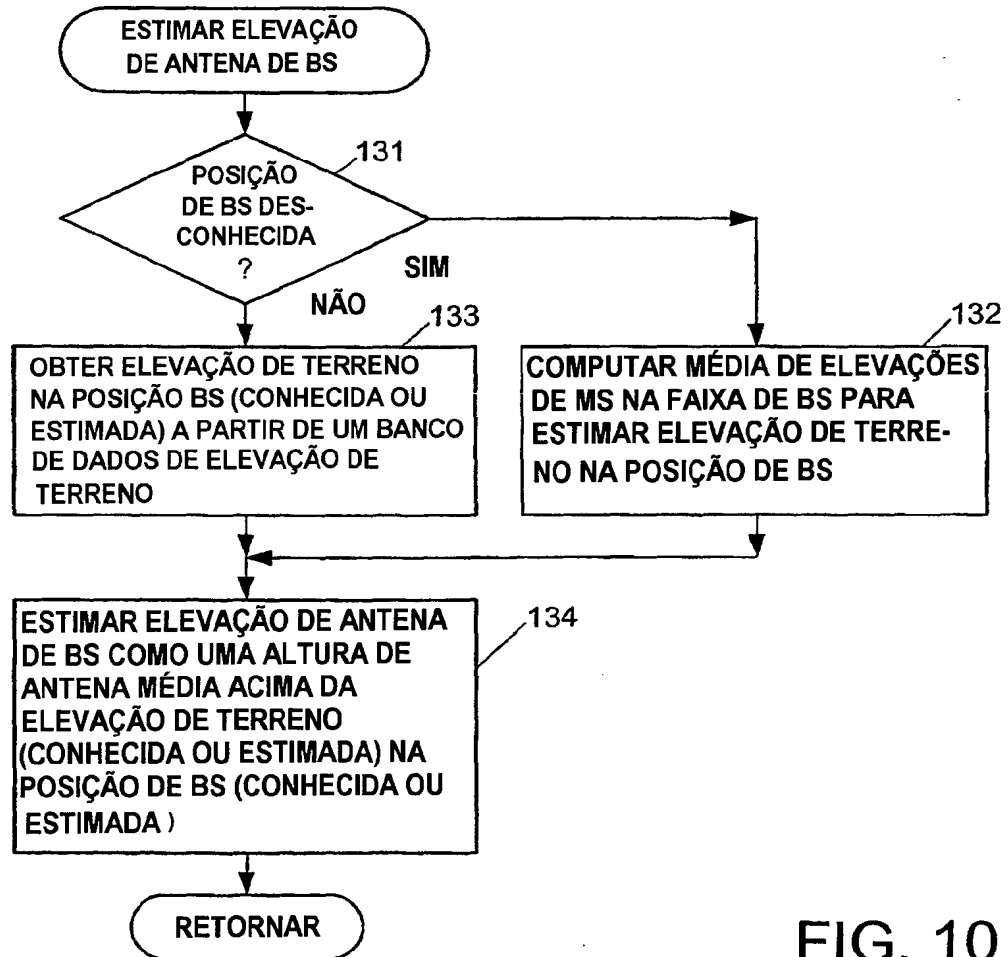


FIG. 10

RESUMO

"UTILIZAÇÃO DE ESTAÇÕES MÓVEIS PARA DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE LOCALIZAÇÃO DE ESTAÇÃO BASE EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO MÓVEL SEM FIO"

5 Em uma rede de comunicação sem fio, posições de
antena e deslocamentos de tempo de estação base são
armazenados em um banco de dados de almanaque de estação
base juntamente com outras informações utilizadas para
obter as determinações de posição de estações móveis mais
10 confiáveis em diversas condições. O sistema usa as
determinações de posição de estações móveis e informações
de alcance terrestre para determinar posições de antenna de
estação base e deslocamentos de tempo de estação base. As
posições de antenna de estação base são determinadas durante
15 determinações de posição de estação móvel normais, de modo
a manter e aperfeiçoar os dados de localização de antenna e
corrigir alteração ou realocação das antenas de estação
base. É possível recuperar-se rapidamente de uma perda de
identidade de setor de célula durante realocação de uma
20 antenna de estação base e assegurar exatidão de determinação
de posição de estação móvel com base em alcance das
estações base, e rápida aquisição de dados de posição de
estações móveis que têm receptores de satélite global.