



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

(11) PI 0215377-7 B1

(22) Data do Depósito: 26/12/2002

(45) Data de Concessão: 17/05/2016
(RPI 2367)



(54) Título: CRIAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE ALMANAQUE DE ESTAÇÃO BASE EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO POSSUINDO UMA CAPACIDADE DE LOCALIZAÇÃO DE POSIÇÃO

(51) Int.Cl.: G01S 5/02; G01S 5/14

(30) Prioridade Unionista: 07/03/2002 US 10 093 , 751, 12/03/2002 US 10/097,040, 27/12/2001 US 60/343,748

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED

(72) Inventor(es): THOMAS WYATT RILEY, MARK MOEGLEIN

**"CRIAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE ALMANAQUE DE
ESTAÇÃO BASE EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO POSSUINDO
UMA CAPACIDADE DE LOCALIZAÇÃO DE POSIÇÃO"**

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

5 Campo da Invenção

A presente invenção está de um modo geral relacionada a comunicações móveis e mais particularmente a um sistema de comunicação sem fio possuindo a capacidade de localizar as posições de estações móveis. A presente invenção está especificamente relacionada à criação e uso de informações armazenadas em um almanaque de estação base em tal sistema de comunicação sem fio.

Descrição da Técnica Relacionada

As redes de comunicação móvel estão no processo de oferecer recursos cada vez mais sofisticados para localizar a posição de um terminal móvel da rede. As exigências reguladoras de uma região podem demandar que um operador da rede reporte a localização de um terminal móvel quando o terminal móvel efetua uma chamada para um serviço de emergência (tal como o serviço 911 nos EUA). Em uma rede celular digital de múltiplo acesso por divisão de código (CDMA), a capacidade de localização de posição pode ser provida por trilateração de link direto avançada (AFLT), uma técnica que computa a localização da estação móvel (MS) a partir da hora de chegada medida na estação móvel de sinais provenientes das estações base. Uma técnica mais avançada é a de 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 por AFLT e GPS.

Os protocolos e formatos de mensagens para a localização de posição CDMA empregando AFLT, GPS e receptores híbridos, que se aplicam aos casos baseados em estação móvel e auxiliados por estação móvel, foram

publicados no padrão TIA/EIA IS-801-1 2001, "Position Determination Service Standard for Dual-Mode Spread Spectrum Systems" - Addendum, aqui incorporado pela presente referência.

5 Outra técnica de localização de posição ocorre quando as medições são efetuadas por uma entidade da rede, em lugar da estação móvel. Um exemplo de tais métodos baseados na rede é o da medição do retardo de ida e volta (RTD - round trip delay) efetuado pelas estações base que
10 recebem sinais provenientes da estação móvel. As medições efetuadas pela estação móvel podem ser combinadas com medições baseada na rede para aumentar a disponibilidade e precisão da posição computada.

Em um sistema de comunicação sem fio possuindo um
15 serviço de determinação de posição, é comum o armazenamento de informações de calibração e outras informações das estações base em uma base de dados. Tal base de dados é conhecida como um almanaque de estação base. Um típico registro de almanaque de estação base especifica as
20 informações de identificação de estações base, a posição da antena da estação base e algumas vezes a calibração do retardo do link direto. Como exemplo, o padrão TIA/EIA IS-801-1 2001, na página 4-37, especifica um almanaque de estação base possuindo os seguintes campos para cada
25 registro de estação base: REF_PN, TIME_CORRECTION_REF, LAT_REF, LONG_REF, HEIGHT_REF. Tais campos incluem o deslocamento (offset) de sequência PN piloto da estação base de referência, a correção de tempo da estação base (também conhecida como calibração de retardo de link
30 direto) e a latitude, longitude e altura da antena da estação base. Foi proposto para o TIA, sub-comitê TR45.5, que tal registro de estação base deve incluir também um campo para a largura de setor da antena da estação base e um campo para a orientação horizontal da antena da estação
35 base.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Além dos parâmetros de estação base acima descritos, foi constatado que existem vários outros parâmetros de estação base que são valiosos para o cálculo das posições das estações móveis em uma rede de comunicação sem fio. Tais parâmetros adicionais incluem a localização do centro da área de cobertura do setor da estação base, o alcance máximo da antena da estação base, a altura média do terreno sobre a área de cobertura do setor, o desvio padrão de altura do terreno na área de cobertura do setor, informações de calibração do retardo de ida e volta (RTD), informações sobre repetidoras, incrementos do ruído pseudo-aleatório (PN), a incerteza na posição da antena da estação base, a incerteza na calibração do retardo do link direto e a incerteza na calibração do retardo de ida e volta.

Em uma implementação preferida, os dados de localização do centro do setor são usados como uma posição inicial para auxiliar na determinação de posição usando-se um sistema de satélites global e como uma posição padrão (default) de uma estação móvel no setor de célula quando a posição da estação móvel não pode ser determinada mais precisamente. O alcance máximo de antena é usado para quantificar a área de cobertura de setor de uma estação base de modo a correlacionar um sinal terrestre observado com uma entrada para a estação base no almanaque de estação base. A altura média do terreno é usada para obtenção de uma correção de posição de uma estação móvel e o desvio padrão de altura de terreno para a área de cobertura de um setor de célula é usado para determinar em quanto ponderar as informações de altura média de terreno para determinar a correção de posição. As informações de calibração de retardo de ida e volta (RTD) são usadas para melhorar a precisão de medições de alcance de link reverso usadas para determinação da posição da estação móvel. As informações sobre repetidoras são usadas quando da decisão sobre se

usar uma medição de alcance por AFLT. Os incrementos de ruído pseudo-aleatório (PN) são usados para resolver números de deslocamentos de ruído pseudo-aleatório (PN) de estações base distantes. A incerteza na precisão da posição da antena de estação base é usada para determinar um peso a ser aplicado a uma medição a partir da estação base. A incerteza da precisão da calibração do retardo de link direto para uma estação base é usada para determinar o peso a ser aplicado a medições de retardo de link direto e RTD. A incerteza na precisão da calibração do retardo de ida e volta para uma estação base é usada para determinar o peso a ser aplicado às medições de RTD (do link reverso).

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Outros objetivos e vantagens da invenção ficarão mais claros através da descrição detalhada apresentada a seguir, com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A Figura 1 mostra uma rede de telefonia celular usando o sistema GPS e estações base sem fio para localizar unidades móveis de telefonia;

A Figura 2 é um diagrama de blocos de uma estação base na rede de telefonia celular da Figura 1;

A Figura 3 é um diagrama de blocos de componentes estacionários da rede de telefonia celular da Figura 1, incluindo uma entidade de determinação de posição que acessa uma base de dados de almanaque de estação base em um almanaque de estação base;

A Figura 4 é uma tabela de parâmetros medidos e opcionais em um registro de estação base no almanaque de estação base da Figura 3;

A Figura 5 é uma tabela de parâmetros derivados em um registro de estação base no almanaque de estação base da Figura 3;

A Figura 6 é um diagrama que mostra a relação de vários parâmetros associados a uma antena de estação base;

A Figura 7 é um mapa de cobertura de célula incluindo um número de setores de células;

As Figuras 8 e 9 constituem um fluxograma que mostra como uma entidade de determinação de posição
5 determina a posição de uma estação móvel;

A Figura 10 é um fluxograma de um procedimento usado por um sistema de rede sem fio para criar um almanaque de estação base;

A Figura 11 é um diagrama de blocos de uma
10 configuração específica para o servidor de base de dados de almanaque de estação base;

A Figura 12 é um diagrama de blocos de uma configuração redundante de entidades de determinação de posição e servidores de base de dados de almanaque de
15 estação base;

A Figura 13 mostra vários grupos de campos no almanaque de estação base;

A Figura 14 mostra uma descrição de informações de identidade de setor de célula na base de dados de
20 almanaque de estação base e a metodologia associada para detecção de problemas usada pelo servidor de base de dados de almanaque de estação base;

A Figura 15 mostra uma descrição de informações de posição de antena na base de dados de almanaque de
25 estação base e a metodologia associada para detecção de problemas usada pelo servidor de base de dados de almanaque de estação base;

A Figura 16 mostra uma descrição de informações de centróide de setor de célula na base de dados de
30 almanaque de estação base e a metodologia associada para detecção de problemas usada pelo servidor de base de dados de almanaque de estação base;

A Figura 17 mostra uma descrição das informações de orientação de antena, abertura de antena e alcance
35 máximo de antena na base de dados de almanaque de estação

base e a metodologia associada para detecção de problemas usada pelo servidor de base de dados de almanaque de estação base;

5 A Figura 18 mostra uma descrição das informações de altura média de terreno na base de dados de almanaque de estação base e a metodologia associada para detecção de problemas usada pelo servidor de base de dados de almanaque de estação base;

10 A Figura 19 mostra uma descrição das informações de calibração do retardo de ida e volta (RTD) e calibração de link direto na base de dados de almanaque de estação base e a metodologia associada para detecção de problemas usada pelo servidor de base de dados de almanaque de estação base;

15 A Figura 20 mostra uma descrição das informações de repetidoras em potencial e incremento de PN na base de dados de almanaque de estação base e a metodologia associada para detecção de problemas usada pelo servidor de base de dados de almanaque de estação base;

20 A Figura 21 mostra uma descrição dos parâmetros de incerteza na base de dados de almanaque de estação base e a metodologia associada para detecção de problemas usada pelo servidor de base de dados de almanaque de estação base; e

25 A Figura 22 mostra uma listagem de métodos para detecção de problemas que usam uma estimativa de uma posição do aparelho celular.

30 Apesar de a invenção ser suscetível a várias modificações e formas alternativas, modalidades específicas da mesma foram apresentadas como exemplo nos desenhos e serão descritas em detalhes. No entanto, deve ficar claro que eles não se destinam a limitar a forma da invenção às formas específicas apresentadas, mas pelo contrário, a intenção é a de proteger todas as modificações,

equivalentes e alternativas que se insiram no escopo da invenção tal como definido pelas reivindicações anexas.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A Figura 1 mostra uma rede de telefonia celular usando um sistema GPS para posicionar unidades móveis de telefonia e calibrar estações base. A invenção será descrita com referência a tal exemplo, mas deve ser notado que a invenção não fica limitada ao uso do CDMA ou GPS. Como exemplo, a invenção poderia ser praticada em uma rede de telefonia celular de múltiplo acesso por divisão de tempo (TDMA), sem o uso de qualquer tipo de sistema de satélites global para auxiliar na localização de posição.

De um modo geral, para a prática da presente invenção com qualquer tipo de rede de comunicação sem fio, tal como uma rede de telefonia celular TDMA, é aconselhável consultar padrões industriais aplicáveis quanto a especificações referentes a serviços de localização compatíveis. Como exemplo, a descrição detalhada que se segue se refere ao padrão TIA/EIA IS-801-1 2001, "Position Determination Service Standard for Dual-Mode Spread Spectrum Systems" - Addendum, ao qual está especialmente adaptado para uma rede CDMA usando AFLT e GPS. O padrão TIA/EIA ANSI-136 ("System Assisted Mobile Positioning Through Satellites") está adaptado aos sistemas PCS TDMA digitais nos EUA. Os padrões do 3rd. Generation Partnership Project, 3GPP TS 04.31 e TS 25.331, Location Services (LCS) (posicionamento EU usando OTDOA) estão adaptados para as redes de telecomunicações sem fio GSM européias.

A Figura 1 mostra cinco estações base CDMA 11, 12, 13, 14, 15, estabelecidas em posições fixas, em um arranjo hexagonal sobre a superfície da terra 16. A cerca de 21.000 quilômetros (11.000 milhas náuticas) acima da terra, existem, tipicamente, pelo menos cinco satélites GPS 17, 18, 19, 20, 21, em comunicação de linha de visada com as estações base 11 a 15. Dentro do alcance de

telecomunicações das estações base, existem várias unidades móveis de telefonia CDMA 22, 23, as quais são designadas como estações móveis (MS) nos documentos dos psdrões TIA acima mencionados. Tais estações móveis (MS) incluem
5 estações móveis apenas com AFLT, tais como a estação móvel AFLT 22, estações móveis híbridas, tais como a estação móvel híbrida 23 e a estação móvel GPS 9.

A rede CDMA é capaz de localizar a posição da estação móvel AFLT 22, da estação móvel híbrida 23 e da
10 estação móvel GPS 9, usando a técnica AFLT bem conhecida da estação móvel medir a hora de chegada dos chamados sinais de rádio piloto provenientes das estações base. A hora de chegada é indicada por uma medição da fase piloto que é relativa à base de tempo da estação móvel. As diferenças
15 das medições de fase piloto provenientes de respectivos pares de estações base vizinhas são computadas de modo a 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
20 específica. A interseção das hipérboles provê a localização da estação móvel.

A rede CDMA é também capaz de localizar a posição da estação móvel híbrida 23 usando a técnica GPS bem conhecida. Cada estação base CDMA 11 a 15 possui um
25 receptor GPS que recebe a portadora e a seqüência de código pseudo-aleatória de pelo menos um dos satélites GPS 17 a 21 para prover uma base de tempo do sistema CDMA com referência à base de tempo do sistema GPS. Quando uma estação móvel híbrida participa em uma sessão de
30 localização de posição com a rede CDMA, a estação base servidora pode enviar dados de captação GPS para a estação móvel híbrida. A estação móvel híbrida 23 pode usar os dados de captação GPS para obter, tipicamente em dez segundos ou menos, uma medição de pseudo-alcance entre cada
35 satélite GPS 17 a 21 e a estação móvel. No caso de uma

solução auxiliada pela MS, a estação móvel híbrida 23 transmite as medições de pseudo-alcance para a estação base servidora. Como será adicionalmente descrito a seguir com referência à Figura 3, uma entidade de determinação de
5 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 na estação móvel, a localização geográfica da estação móvel pode ser calculada pela própria
10 estação móvel.

A Figura 2 mostra os blocos funcionais em cada estação base na rede de telefonia celular da Figura 1. A estação base 11 inclui um receptor GPS 31 que provê uma base de tempo de estação base 32 com referência à hora do
15 sistema GPS. O receptor GPS 31 obtém sinais a partir de uma antena GPS 39. A estação base inclui também um transceptor CDMA 33 para comunicação com as estações móveis na rede CDMA. O transceptor CDMA 33 obtém a hora do sistema CDMA a partir da base de tempo de estação base 32. O transceptor
20 CDMA 33 envia e recebe sinais sem fio através de uma antena CDMA 40.

A Figura 3 é um diagrama de blocos de componentes estacionários da rede de telefonia celular da Figura 1. Um centro de comutação móvel (MSC) 34 interliga sinais de voz
25 e dados de telecomunicações entre a estação base 11 e um número de linhas telefônicas 35, tais como fios de cobre ou fibras ópticas. Um centro de posicionamento móvel (MPC) 36 está conectado ao centro de comutação móvel (MSC) 34. O MPC 36 gerencia aplicativos de localização de posição e
30 interliga dados de localização a redes de dados externas através de uma função de interfuncionamento (IWF) 37 e um link de rede de dados 38. Uma entidade de determinação de posicionamento (PDE) 41 coleta e formata dados de localização de posição. A PDE 41 provê assistência sem fio
35 para as estações móveis e pode efetuar computações de

posição. A PDE 41 está conectada ao MPC 36 e ao MSC 34. A PDE 41 acessa uma base de dados de almanaque de estação base 44 que é gerenciada por um servidor de base de dados de almanaque de estação base 44. A PDE 41 e o servidor de base de dados de almanaque de estação base 43 são implementados, por exemplo, usando-se computadores ou estações de trabalho digitais convencionais. O almanaque de estação base 44 é armazenado no disco rígido do computador para o servidor de base de dados de almanaque de estação base 43, tal como será adicionalmente descrito mais adiante.

A base de tempo da estação base (32 na Figura 2) deve ser calibrada quando a estação base for instalada ou modificada. Cada estação base pode ter um respectivo deslocamento de tempo entre a hora do sistema GPS e a transmissão de sinais CDMA devido a variações no retardo de propagação ou desvio de fase da antena GPS (39 na Figura 2) para o receptor GPS (31 na Figura 2), do receptor GPS para o transceptor CDMA (33 na Figura 2) e do transceptor CDMA para a antena CDMA (40 na Figura 2). Portanto, para reduzir erros de alcance nas determinações de posição por AFLT e erros de alcance e temporização em determinações de posição híbridas, cada estação base deve ser calibrada após a instalação da estação base estar finalizada, por exemplo pelo armazenamento de um deslocamento de tempo para a estação base na base de dados de almanaque de estação base (44 na Figura 3) para uso pela PDE (41 na Figura 3). Além disso, é desejável re-calibrar a estação base e atualizar a base de dados para qualquer mudança de hardware subsequente.

Para calibrar ou re-calibrar a estação base, dados de medição de posição GPS e AFLT são obtidos a partir de estações móveis híbridas durante sessões de localização de posição regulares quando os usuários de estações móveis híbridas efetuam normalmente chamadas telefônicas, ou

quando equipes técnicas de campo se movimentam para locais selecionados e efetuam chamadas com o propósito de obter dados de medição de posição que não são de outra forma obtidos através das sessões de localização de posição regulares. Dessa forma, a PDE (41 na Figura 3) pode computar os dados de calibração internamente e armazenar os dados de calibração na base de dados de almanaque de estação base (44 na Figura 3) em uma base contínua. Além disso, para reduzir quaisquer preocupações quanto à privacidade, as sessões de localização de posição regulares podem ocorrer somente quando o operador da estação móvel híbrida efetua ou atende a uma chamada no telefone sem fio. Em tal caso o sistema CDMA não determina a posição do operador sem o conhecimento e consentimento do operador.

Em uma modalidade preferida, o almanaque de estação base (44 na Figura 3) inclui um registro para cada setor e frequência das estações base e cada registro inclui parâmetros medidos, opcionais e derivados. Os parâmetros medidos e opcionais estão tabulados na Figura 4 e os parâmetros derivados estão tabulados na Figura 5.

Fazendo referência à Figura 4, o nome do setor piloto constitui um parâmetro opcional possuindo um valor provido pelo operador do serviço sem fio ou pelo integrador do sistema. O valor deve ser nulo ou um nome legível e compreensível no vernáculo, designado para tornar mais eficiente o registro e depuração dos dados.

A ID do sistema corresponde ao parâmetro SID que é retornado na mensagem da estação móvel de prover medição de fase piloto que está definida na especificação IS-801, "Position Determination Service Standard for Dual-Mode Spread Spectrum Systems" (página 3-38).

A ID de rede está disponível através da especificação "Wireless Operator Cellular Network Planning". O valor corresponde ao parâmetro NID retornado na mensagem da estação móvel de prover medição de fase piloto que está

definida na especificação IS-801, "Position Determination Service Standard for Dual-Mode Spread Spectrum Systems" (página 3-38).

5 A ID de base estendida está disponível através da especificação "Wireless Operator Cellular Network Planning". O valor corresponde aos seguintes parâmetros que são retornados na mensagem da estação móvel de prover medição de fase piloto que está definida na especificação IS-801, "Position Determination Service Standard for Dual-Mode
10 Spread Spectrum Systems" (página 3-38): BAND_CLASS, CDMA_FREQUENCY e BASE_ID. Tais valores estão também definidos e comentados nas especificações IS-95/IS-95-B, TIA/EIA IS-95/IS-95-B.

O PN de transmissão está disponível através da
15 especificação "Wireless Operator Cellular Network Planning". O valor está também definido e comentado nas especificações IS-95/IS-95-B, TIA/EIA IS-95/IS-95-B.

As informações de posição da antena da estação base (latitude, longitude e altitude) seriam de preferência de grau de levantamento ("survey grade") na WGS-84, com um
20 erro menor que um metro. As informações de posição de antena são importantes para resultados de desempenho relacionados ao uso de medições por AFLT para a determinação de localização aproximada inicial e para a determinação de localização aproximada final, seja no modo puramente AFLT ou no híbrido. Como exemplo, a estação móvel provê dados de medição de fase piloto para a PDE. A PDE usa os valores providos ou derivados a partir de informações de posição de antena para estabelecer a localização aproximada
25 inicial. A presença de grandes erros em tais dados poderia contribuir para um desempenho abaixo do ideal. Durante as computações finais de posição, a PDE irá usar dados de medição de fase piloto, seja isoladamente (modo AFLT), ou em combinação com dados GPS (no modo híbrido). Em qualquer
30

dos casos, a localização e elevação (altura) da antena devem ser providas para assegurar a melhor precisão.

A precisão da localização da antena é interpretada como um nível de confiança (3 sigma) de 97,1% para a posição tridimensional.

A orientação da antena indica a direção, com relação ao norte, para a qual está apontada a antena, tal como é também mostrado na Figura 6. O valor está disponível através da base de dados do "Wireless Operator Cellular Network Planning". Alternativamente, o valor é determinado empiricamente durante uma visita ao local.

A abertura da antena está relacionada à "área de cobertura" (footprint) de RF da antena na abertura angular, tal como é também mostrado na Figura 6. O valor está disponível através da base de dados do "Wireless Operator Cellular Network Planning".

O alcance máximo da antena é tal que para 99% dos minutos das sessões da estação móvel servida por tal estação base, a estação móvel está dentro de tal distância da posição da antena da estação base. Para um bom desempenho do sistema, tal valor é a distância mínima necessária para cobrir 99% dos minutos das sessões da estação móvel. O padrão da antena e a potência de transmissão da estação base são levados em consideração quando da modelagem de tal parâmetro. São usadas hipóteses razoáveis para obstruções do sinal. Tal modelo também considera a probabilidade de que uma chamada seria servida por outras estações base próximas. Pode constituir um desafio a tomada de dados de campo adequados para determinar tal parâmetro com precisão, de forma que são tomadas precauções para usar as informações com um grau apropriado de incerteza na PDE.

A altura média do terreno e o desvio padrão de altura são obtidos a partir de uma base de dados de mapeamento digital de elevações do terreno de alta

qualidade, a qual é acessada uma vez, offline (fora do ar), para preencher tais campos. As estatísticas de altura (ou elevação) do terreno são determinadas para a região geográfica que é servida pelo setor em questão, tal como
5 será adicionalmente descrito mais adiante com referência à Figura 7.

A calibração RTD possui um valor determinado por uma medição empírica no local. Caso o RTD não seja suportado pela infra-estrutura do operador, então os
10 parâmetros RTD são opcionais. Caso o RTD seja suportado, a precisão da calibração RTD é estimada como um valor de confiança (3 sigma) de 99,7%.

A calibração do link direto possui um valor determinado por medição empírica no local. A precisão de
15 calibração do link direto é estimada como uma função do procedimento de calibração do link direto e interpretada como um valor de confiança (3 sigma) de 99,7%.

Caso o transmissor sendo descrito pela entrada do almanaque não seja uma repetidora, então o parâmetro de
20 repetidora potencial é usado para indicar a existência potencial de repetidoras. O parâmetro de repetidora potencial é ajustado para zero caso o transmissor não seja usado com uma repetidora e ajustado para um caso o transmissor seja usado com uma ou mais repetidoras para
25 retransmissão do sinal do transmissor.

Caso o transmissor sendo descrito por tal entrada do almanaque seja uma repetidora, então o parâmetro de repetidora potencial é ajustado para um valor indicando uma ID de repetidora única (maior que um). Caso exista mais de
30 uma repetidora associada a um dado setor, e caso quaisquer informações de repetidoras devam ser providas para tal estação base, então existe um registro de almanaque de estação base único para todas as repetidoras, e o campo de repetidora potencial é usado como um contador. Dito de
35 outra forma, a primeira repetidora teria um valor de

repetidora potencial de 2, a segunda repetidora teria um valor de repetidora potencial de 3 e assim por diante. (O valor de repetidora potencial de 1 fica reservado para informações da estação base, indicando que existem 5 repetidoras para a estação base).

O parâmetro de incremento de PN possui um valor indicando o fator comum mais alto do deslocamento de PN de tal setor e todos os outros deslocamentos que estão nas vizinhanças e na mesma frequência CDMA. Muitas redes usam 10 um incremento fixo, tal como 2, 3, ou 4. Próximo à fronteira entre duas redes, é muito importante que o fator comum mais elevado dentre os valores de incremento de PN de projeto da rede seja usado para todos os almanaques de estações base nas vizinhanças, pois eles podem ouvir uma 15 estação base da rede vizinha. Nas redes em que o incremento pode ser menor que 3, devem ser tomadas precauções para tornar tal parâmetro razoavelmente acurado, com base em modelos de rede. Tais informações são usadas para auxiliar a PDE a resolver potenciais ambigüidades entre diferentes 20 pilotos na mesma vizinhança. Caso ele seja ajustado para um valor muito pequeno (por exemplo, para 1 quando o valor verdadeiro é 2), a PDE pode ser obrigada a "jogar fora" medições que poderiam de outra forma ser utilizadas. Caso ele seja ajustado como muito alto, a PDE pode reportar 25 localizações errôneas.

O parâmetro de tipo de formato possui um valor de um para indicar que o formato apresentado nas Figuras 4 e 5 é usado para a entrada de almanaque e que outros valores podem ser usados para indicar que outros formatos estão 30 sendo usados.

O número de comutador do MSC é um parâmetro opcional. O valor está disponível através da base de dados do "Wireless Operator Cellular Network Planning". O valor deve corresponder ao parâmetro de número de comutador de 35 MSC que é enviado para a PDE na porção de número de

comutador do campo MSCID que é definido em várias mensagens J-STD-036, incluindo especialmente a mensagem GPOSREQ (ver a especificação "Enhanced Wireless 9-1-1 Phase 2 J-STD-036" e a referência ANSI-41-D ali contida). Em algumas
5 implementações que não requerem o uso da J-STD-036 para comunicação com a PDE, o número de comutador de MSC não é necessário. Caso o número de comutador do MSC não seja necessário, então ele deve ser ajustado para o valor -1.

Fazendo referência à Figura 5, a latitude,
10 longitude e altitude do setor são computadas usando-se os seguintes parâmetros medidos: latitude da antena, longitude da antena, altitude da antena, orientação da antena, abertura da antena e alcance máximo da antena. Tais parâmetros de antena medidos são mostrados na Figura 6, em
15 que os eixos 51, 52, correspondem à latitude e longitude da antena, respectivamente. O centro do setor é usado para calcular o auxílio à captação do GPS quando a posição aproximada inicial não pode ser determinada usando-se medições de fase piloto. Tais informações são importantes
20 para minimizar o espaço potencial de procura do GPS. As informações de centro de setor podem também ser usadas como um ponto de partida para uma solução iterativa de navegação.

É desejado que o centro do setor seja a
25 localização média das estações móveis no interior da área de cobertura da antena do setor da estação base. Em tal caso, o centro do setor pode ser inicialmente ajustado para uma estimativa baseada na direção da antena e tal estimativa pode ser melhorada para cada determinação de
30 posição de uma estação móvel em comunicação com a estação base. Para uma antena omnidirecional, por exemplo, o centro do setor é inicialmente ajustado para a latitude e longitude da antena da estação base e a elevação do terreno na antena da estação base, ou a altura média do terreno.
35 Para uma antena direcional, possuindo uma largura de feixe

estreita, o centro do setor é inicialmente ajustado para a latitude e longitude em cerca de trinta por cento do alcance máximo da antena a partir da antena e na elevação do terreno na estação base, ou na altura média do terreno. A
 5 cada vez que a posição de uma estação móvel é determinada dentro do setor, é computado um novo valor do centro do setor, na forma de uma média ponderada do valor antigo e da posição da estação móvel, por exemplo, de acordo com:

$$\text{Centro do Setor [i]} = \alpha (\text{Posição da estação móvel [i]}) + (1 - \alpha)(\text{Centro do Setor [i]})$$

10 em que [i] é um índice possuindo um valor que indica a latitude, longitude, ou coordenada de posição de altura, α é um fator de ponderação igual a $1/(\text{MIN} + \text{NMP})$; MIN é um número predeterminado, tal como 100, representando uma
 15 estimativa do peso da estimativa inicial, e NMP é o número de determinações de posição de estações móveis que foram efetuadas no setor de célula.

Os parâmetros de altura média do terreno do setor e o desvio padrão de altura do terreno (estimativa de incerteza) possuem valores que são derivados a partir ou de
 20 mapas de elevação do terreno acurados, ou por outros métodos empíricos diretos. Tais valores são usados pela PDE como informações de auxílio de elevação. Tais informações correspondem a um grau adicional de liberdade disponível para os cálculos de determinação de posição finais. As
 25 informações de auxílio de elevação acuradas são valiosas como uma medição adicional de satélite GPS ou de fase piloto, para melhorar o rendimento e precisão.

Um total de quatro medições é necessário para produzir uma correção de localização, as quais podem advir
 30 de alcances GPS, alcances AFLT, ou da superfície da terra. Com uma noção acurada da altitude em uma dada região, a superfície da terra pode ser usada como uma medição adicional na solução de navegação. Isto significa que é

necessária menos uma medição de alcance por GPS ou AFLT, melhorando de forma significativa o rendimento em ambientes difíceis. Um total de quatro medições é necessário, portanto, caso a altitude esteja disponível, apenas três
5 medições produzirão uma correção.

O parâmetro de desvio padrão de altura de terreno define a incerteza 1 sigma associada a tal valor. Ele deve refletir a variabilidade do terreno dentro da área de cobertura do setor, mais qualquer variabilidade devida a
10 edificações elevadas. Ambos os parâmetros de altura de terreno estão em metros e a altura média do terreno reflete a altura acima do elipsóide (HAE - height above ellipsoid), em lugar do nível médio do mar.

A Figura 7 mostra as respectivas áreas de
15 cobertura de setor de célula (Setor A, Setor B, Setor C e Setor D) para as antenas de estação base 61, 62, 63 e 64. Uma repetidora 65 estende a área de cobertura da antena de estação base 64. Talvez mesmo antes do início de um processo de correção, imediatamente antes de a estação
20 móvel entrar no canal de tráfego, as informações de identidade do setor são registradas. Algum tempo depois, com a estação móvel 66 no estado de comunicação, a estação móvel começa a efetuar uma correção de localização. A estação móvel 66 anota o número de PN atual e o envia
25 juntamente com as informações de identidade de setor registradas para a PDE em uma mensagem IS-801.1. Note-se que a estação móvel 66 pode ter realizado handoff para um setor diferente do setor em que as informações de identidade de setor foram registradas; como exemplo, a
30 estação móvel realizou handoff do setor A para o setor B quando a estação móvel chega na posição 67 mostrada em representação de linhas tracejadas. Em tal caso, o número de PN atual e as informações de identidade de setor podem pertencer a células diferentes. As informações de
35 identidade de setor pertencem ao setor servidor, enquanto

que o número de PN pertence ao setor de referência. Note-se também que os PNs não são únicos e tipicamente se repetem dentro de qualquer rede celular.

Também são enviadas em tal mensagem IS-801.1
5 inicial as medições de alcance de setor observadas pela estação móvel naquele momento, incluindo o setor de referência e possivelmente outros setores. Eles podem ser identificados somente pelo número de PN e são conhecidos como setores de medição. Note que o setor de referência e o
10 setor servidor, caso ainda a vista, são também setores de medição. Tais medições de alcance são usadas para gerar uma posição grosseira, conhecida como uma pré-correção, que utiliza apenas medições por AFLT e é tipicamente menos acurada que a correção final efetuada mais tarde.

15 O propósito da pré-correção é o de gerar uma estimativa de posição inicial mais precisa, a qual possibilita informações de auxílio GPS mais acuradas do que seria possível usando-se apenas os conhecimentos do setor de referência. As informações de auxílio GPS mais acuradas
20 melhoram a precisão e rendimento do GPS e reduzem o tempo de processamento. A pré-correção é opcional e, se por alguma razão, ele não estiver disponível, é usada uma estimativa de posição inicial com base no setor de referência.

25 Após as informações de auxílio GPS serem enviadas para a estação móvel, a estação móvel coleta um segundo conjunto de medições por AFLT e um conjunto de medições por GPS, conhecido como a correção final. Uma vez que os números de PN não são únicos, a PDE deve resolver qual
30 número de PN observado pertence a qual setor físico. Isto não é tão fácil quanto parece, uma vez que os setores com o mesmo número de PN estão amiúde afastados até apenas 8 km entre si, ou mesmo mais próximos. Tal espaçamento é usado para diferenciar o setor de referência do setor servidor e
35 os setores de medição do setor de referência. São

consideradas somente as células dentro de um limite de distância. O limite de distância é determinado por escalonamento do parâmetro de alcance máximo de antena do BSA.

5 Caso não sejam encontrados quaisquer setores com o PN e frequência meta, a consulta falha. De forma similar, caso sejam encontrados mais de um setor com o PN e frequência meta e a PDE for incapaz de determinar qual é o real, a consulta falha. Caso seja encontrado um setor com o
10 PN meta, então a consulta é bem sucedida e tal setor é presumido como pertencendo ao PN observado. Caso uma consulta falhe ao se tentar diferenciar o setor de referência do setor servidor, então presume-se que o setor servidor seja o setor de referência. Caso uma consulta
15 falhe ao se tentar diferenciar um setor de medição do setor de referência, então tal PN de medição não pode ser usado e é ignorado. Caso as informações de identidade do setor não sejam encontradas no BSA, então é tentado uma correção por GPS usando-se informações padrão de estimativa de posição
20 inicial armazenadas no registro ou arquivo de configuração da PDE.

 É também possível efetuar uma estimativa de posição inicial com base na ID de rede / ID de sistema e nos centróides da área de cobertura. Em tal método a PDE
25 determina automaticamente uma posição e incerteza para a área de cobertura de todas as células com cada ID de rede e ID de sistema única pelo exame de todos os setores no BSA. Tais informações servem a vários propósitos. Caso não esteja disponível uma estimativa de posição inicial melhor,
30 podem ser usadas a ID de rede / ID de sistema e a incerteza. Isto ocorreria, por exemplo, quando as informações de identidade de setor observadas pela estação móvel não sejam encontradas no BSA. Note-se que a estimativa de posição inicial neste caso terá incerteza
35 muito mais elevada, o que pode reduzir a precisão e

rendimento do GPS e irá resultar em tempos de processamento mais longos na estação móvel. Caso todos os métodos melhores para determinação da correção de posição final não estejam disponíveis, serão reportadas a posição e incerteza do centróide das ID de rede / ID de sistema.

Em resumo, as informações de medição de posição por GPS e AFLT provenientes de estações móveis híbridas podem ser combinadas para gerar deslocamentos de pseudo-alcance e deslocamentos de base de tempo de estação base. Além de prover deslocamentos de base de tempo de estação base para calibração de estações base, os deslocamentos de pseudo-alcance em várias localizações físicas na área de cobertura sem fio, tal como para vários setores de células, podem ser compilados e usados para correção de correções de posição de estações móveis determinadas a estarem nas vizinhanças dos setores de células. Como exemplo, a correção de distância é quantificada na forma de um valor de calibração de link direto (FLC). Em particular, o FLC é definido como a diferença de tempo entre a marca de tempo ("time stamp") nos dados sendo transmitidos pela estação móvel e o momento real da transmissão.

Os componentes que contribuem para o FLC são retardos em cabos da antena de recepção GPS da estação base, a saída de estroboscópio de temporização do receptor GPS até a entrada de estroboscópio de temporização do hardware de transmissão da estação base e a antena de transmissão da estação base. O servidor de calibração de base de dados ajusta automaticamente os campos FLC na base de dados do almanaque de estação base com base nos dados de medição de posição por GPS e AFLT provenientes das estações móveis híbridas. Pelo uso de valores FLC mais acurados para os setores, as medições de alcance podem ser melhoradas entre cerca de 0 a 30%.

Uma vez que pseudo-alcances GPS são muito mais acurados, caso um número suficiente de satélites GPS esteja

a vista, a correção final reportada estaria baseada quase que exclusivamente no GPS. Felizmente, em tais casos, as estimativas de distância até as antenas de setor são ainda medidas e salvas nos arquivos de registro da PDE. Dessa

5 forma, todas as informações necessárias para determinar o novo valor FLC calibrado estão disponíveis. Tais informações incluem: o valor FLC "padrão" anterior ou "médio", a correção de posição determinada pelo uso de

10 medições por GPS, a posição da antena do setor proveniente da base de dados do almanaque de estação base e a estimativa de distância medida para cada antena de setor de célula, determinada pelo uso de medições de fase piloto com a técnica AFLT. A equação a seguir correlaciona tais

entradas com o novo valor FLC:

$$15 \quad \text{FLC}_{\text{novo}} = \text{FLC}_{\text{anterior}} - (\text{distância da correção de posição até a antena} - \text{estimativa de distância medida})$$

A equação acima omite constantes de conversão de unidades. Como exemplo, caso o FLC seja medido em unidades de número pseudo-aleatório Chipx8, a fórmula para o novo

20 valor FLC é:

$$\text{FLC}_{\text{novo}} = \text{FLC}_{\text{anterior}} + (\text{Resíduo}/30,52)$$

em que:

FLC_{novo} = novo valor de calibração de link direto, em unidades de chipx8;

25 $\text{FLC}_{\text{anterior}}$ = valor de calibração de link direto usado durante a coleta da PDE, em unidades de chipx8;

Resíduo = o resto para uma medição de pseudo-alcance de setor específica, em metros, que emerge da PDE caso a realidade do terreno (ground truth) não seja

30 conhecida;

30,52 = número de metros por unidade de chipx8.

Uma chave para o ajuste de FLC é a de que a correção de posição deve ser de alta precisão, uma vez que qualquer erro de posição da correção irá se traduzir em

35 erro no novo valor FLC. A correção de posição pode ser

avaliada com alta confiança pelo uso de uma medida de qualidade de "erro de posição horizontal estimada" (HEPE), que é a estimativa da própria PDE do erro de cada correção de localização. Dessa forma, somente correções que atendem
5 a um certo limite de qualidade - tal como o de possuir um valor HEPE menor que 50 metros - devem ser usados para tais cálculos.

As medições de piloto são calculadas para todos os setores ouvidos pelo aparelho com cada correção.
10 Dependendo do ambiente, elas constituem usualmente pelo menos uma quantidade modesta de setores e freqüentemente 20 ou mais em ambientes urbanos densos. Dessa forma, cada correção resulta em várias estimativas de distância, todas elas podendo ser usadas em tal processo.

15 Uma base de dados de almanaque de estação base inicial deve existir em tal processo para que a PDE possa separar a identidade de setor de cada setor observado. No entanto, a qualidade dos valores FLC para tais setores não é tão importante. Podem ser usados valores "padrão" ou
20 "médios" de FLC. O importante é que as identidades de setor observadas pelo aparelho telefônico existam na base de dados do almanaque de estação base. É desejável que as posições de antena sejam razoavelmente acuradas, porém as posições de antena não necessitam ser conhecidas
25 precisamente em qualquer momento. Caso a compreensão de uma posição de antena melhore com o tempo, isto pode ser considerado para obtenção de uma posição de antena de maior certeza e usado para melhorar a precisão da calibração do link direto. Além disso, o servidor de base de dados de
30 antena de estações base pode determinar se uma antena foi movimentada e, neste caso, uma localização precisa, porém desatualizada, de antena pode ser removida da base de dados do almanaque de estação base e substituída por uma localização atualizada.

As Figuras 8 e 9 mostram um exemplo de como a PDE pode ser programada para determinar a posição de uma estação móvel. Na primeira etapa 81 da Figura 8, a PDE efetua uma estimativa inicial de posição com base em 5 medições por AFLT enviadas inicialmente da estação móvel para a PDE. Na etapa 82, a PDE tenta associar os PN observados pelas estações móveis a setores de células específicos registrados na base de dados do almanaque de 10 estação base. Caso o setor que está servindo à estação móvel não possa ser identificado de forma exclusiva, então o método AFLT não é possível, uma vez que a PDE não é capaz de determinar a partir de quais torres de antena de estação base se originam as medições de alcance por AFLT. Portanto, a execução se ramifica da etapa 83 para a 84 caso o setor 15 que está servindo a estação móvel não possa ser identificado de forma exclusiva. Caso contrário, a execução continua da etapa 83 para a etapa 85.

Na etapa 84, dados de auxílio à sensibilidade (SA) e auxílio à aquisição (AA) são gerados com base nos 20 centróides de ID de rede ou ID do sistema ou de uma posição padrão. Os dados SA/AA serão enviados para a estação móvel (na etapa 90 da Figura 9) de modo a auxiliar a estação móvel na captação do GPS e na medição de pseudo-alcance GPS. Dado que a célula servidora não foi encontrada, não é 25 possível a AFLT, e a precisão e rendimento do GPS podem ser seriamente prejudicados. A execução continua da etapa 84 para a etapa 90 da Figura 9.

Na etapa 85 da Figura 8 a PDE tenta determinar o setor de referência e todos os setores de medição. Caso um 30 PN de medição não possa ser associado de forma única a um único setor, tal medição de alcance não é utilizada. Caso a célula de referência não possa ser determinada de forma única, a célula servidora é usada em seu lugar. A seguir, na etapa 86, a PDE calcula uma "pré-correção" com base 35 apenas em AFLT. A seguir, na etapa 87, a execução se

ramifica para a etapa 89 caso o cálculo de pré-correção da etapa 86 não tenha sido bem sucedido. Caso contrário, a execução continua da etapa 87 para a etapa 88.

Na etapa 88, são gerados os dados SA/AA com base em informações de setor de célula. A execução continua da etapa 88 para a etapa 90 da Figura 9.

Na etapa 89 da Figura 8, são gerados os dados SA/AA com base na localização e incerteza da pré-correção. Quanto menor a incerteza da posição inicial, mais precisos os dados AA, mais rápido o processamento na estação móvel e melhores a precisão e rendimento da correção final. A execução passa da etapa 89 para a etapa 90 da Figura 9.

Na etapa 90 da Figura 9, os dados SA/AA são enviados para a estação móvel. A estação móvel usa os dados SA/AA para captação do GPS e medição de pseudo-alcances GPS. A estação móvel procura pelos satélites GPS indicados nos dados de auxílio e efetua uma segunda rodada de pesquisa para pseudo-alcances AFLT. Na etapa 91, a PDE recebe da estação móvel os pseudo-alcances GPS e AFLT. Na etapa 92, a PDE novamente tenta identificar todos os PNs das medições. Caso um PN não possa ser identificado de forma única com um único setor, então tal medição de alcance não é utilizada. Na etapa 93, a PDE gera uma correção final com base nas medições de alcance por GPS e AFLT.

Na etapa 94, a PDE pode utilizar vários métodos em paralelo para calcular a posição final e a abordagem com maior probabilidade de obter o menor erro de posição é usada. Uma correção por GPS é tentada em primeiro lugar, pois a precisão é muito superior a de qualquer outro método. Caso a correção por GPS falhe, a PDE seleciona dentre várias outras abordagens e o resultado com a menor estimativa de erro associada é usado. Essas outras abordagens incluem: apenas AFLT, uma posição determinada pelo conhecimento da orientação do setor e a alcance

aproximada usando uma medição de RTD (quando disponível), uma correção de "setor de células mistas" determinada utilizando conhecimento dos setores observados pela estação móvel e a posição e orientação de cada setor, uma
5 determinação da posição do centróide da área de cobertura do setor servidor atual (ou caso não tenha sido possível determinar o setor servidor atual, o setor servidor original); a posição do centróide da atual região de cobertura da ID de rede/ ID de sistema, e finalmente uma
10 posição padrão armazenada no arquivo de configuração da PDE.

O uso de uma FLC para cada setor para corrigir a posição de uma estação móvel nas vizinhanças do setor pode ser melhorado pela acumulação e análise estatística de
15 múltiplas estimativas de distância até várias estações móveis em cada setor, de preferência a partir de diversas localizações dentro da área de cobertura do setor. Pela acumulação de um conjunto de amostras, pode ser aplicado processamento estatístico sobre o conjunto para determinar
20 o novo valor FLC mais ideal para uso. O cálculo da média de tais dados e o uso de dados coletados a partir de um conjunto diferente de localizações dentro da área de cobertura de cada setor mostraram render valores FLC mais acurados.

25 Um conjunto de amostras pode ser reunido a partir de sessões de localização de posição regulares durante chamadas telefônicas normais de ou para estações móveis híbridas e/ou a partir de uma coletânea obtida por percurso local de campo. Para uma qualidade adicional dos dados
30 coletados, a coletânea efetuada por percurso local de campo pode ser efetuada por equipes técnicas de campo em veículos equipados com um aparelho móvel híbrido ligado a uma antena PCS externa e uma antena GPS externa ativa. Nas áreas em que estão em uso múltiplas frequências CDMA, os dados devem
35 ser coletados em cada frequência, uma vez que cada

permutação de setor / frequência CDMA é calibrada separadamente. Como exemplo, ao se usar uma estratégia de percurso no campo, múltiplos aparelhos telefônicos devem ser usados para assegurar suficiente diversidade de frequência.

A Figura 10 mostra um fluxograma de como o servidor de base de dados de almanaque de estação base cria uma base de dados de almanaque de estação base. Em uma primeira etapa 101, o servidor de base de dados de almanaque de estação base reúne uma base de dados de almanaque de estação base inicial usando dados existentes conhecidos e valores de calibração de link direto "padrão". Tais informações incluem as informações de identidade de setores de células (ID de rede, ID de sistema, ID de estações base estendidas, número de PN, etc.), a latitude / longitude / altura da antena do setor e informações a respeito da área de cobertura de tal setor. O valor de calibração de link direto "padrão" pode ser obtido ou estimado através da experiência com equipamentos de infraestrutura similares, ou por calibração de uma pequena região de teste, a qual utiliza o mesmo equipamento de infraestrutura. Em uma segunda etapa opcional 102, a precisão das posições de antena pode ser melhorada caso desejado por coleta de medições de posição de antena mais precisas. Após a etapa 102 terá sido criada uma base de dados de almanaque de estação base inicial.

Na etapa 103 são reunidos dados de correção de localização a partir de sessões de localização de posição regulares e/ou de coletas de percurso local de campo, tal como foi acima descrito, e computações de correção de localização são efetuadas pela PDE. A seguir, na etapa 104, o servidor de base de dados de almanaque de estação base gera uma nova base de dados de almanaque de estação base, incluindo novos valores de FLC, a partir da base de dados de almanaque de estação base anterior e dos dados de

correção de localização a partir dos arquivos de registro da PDE. As etapas 103 e 104 são iteradas conforme necessário para processamento de novos arquivos de registro da PDE de forma a que a base de dados do almanaque de
5 estação base seja ajustada ao longo do tempo de acordo com as várias mudanças na rede sem fio, nos equipamentos da rede e no ambiente da rede. Na realidade as etapas 103 e 104 podem ser iteradas ao longo do tempo usando-se diferentes PDEs e diferentes servidores de base de dados de
10 almanaque de estação base.

A análise dos conjuntos de dados de correção de localização é também útil para determinação de outros parâmetros na base de dados de almanaque de estação base, tais como o "alcance máximo de antena" (MAR - maximum
15 antenna range). Como exemplo, o servidor de base de dados de almanaque de estação base ajusta o MAR de modo a atender dois objetivos. Em primeiro lugar o MAR deve ser grande o suficiente para que 99% das unidades móveis que utilizam uma estação base específica estejam dentro do MAR da antena
20 e 100% dentro de $2 \times \text{MAR}$. Em segundo lugar, o MAR deve ser pequeno o suficiente para que duas estações base com o mesmo PN e frequência nunca tenham MARs em sobreposição. O ajuste adequado do MAR resulta em maior sucesso na consulta a estações base na PDE e melhores intervalos de auxílio à
25 captação do GPS.

O servidor de base de dados de almanaque de estação base usa um processo similar para determinar o novo MAR ao que ele usa para a nova FLC. Cada correção no arquivo de medições é revisto para confirmar que ele é "bom
30 o suficiente". As medições são usadas para determinar um novo MAR caso elas atendam a todos os critérios padrão que se seguem: uma correção de posição bem sucedida pelo método GPS, híbrido ou AFLT, um HEPE de correção menor que 500 metros e um resto ou residual de medição menor que 300
35 metros.

Além do MAR e FLC, o servidor de base de dados de almanaque de estação base calcula valores de incerteza de FLC, posições de centróide de setor de célula, altura média do terreno e desvio padrão (incerteza) usando uma base de
5 dados de elevação de terreno.

A Figura 11 mostra um exemplo de uma configuração específica para o servidor de base de dados de almanaque de estação base 43. O servidor de base de dados de almanaque de estação base 43 mantém uma cópia "mestre" ou primária da
10 base de dados de almanaque de estação base 44, a partir da qual atualizações são efetuadas periodicamente para uma base de dados de almanaque de estação base local 110 em uma PDE 41. É também possível para um servidor de base de dados de almanaque de estação base servir a mais de uma PDE, em
15 que cada PDE serve a uma respectiva estação base. Para cada correção de localização de posição, informações de medição são enviadas a partir da PDE 41 para o servidor de base de dados de almanaque de estação base 43. O servidor de base de dados de almanaque de estação base condensa as
20 informações no grau necessário para efetuar as técnicas para detecção e resolução de problemas com dados inconsistentes, imprecisos, ou incompletos e arquiva localmente uma cópia dos dados condensados.

O servidor de base de dados de almanaque de
25 estação base 43 também possui uma interface gráfica de usuário 111 para avisar a um operador de sistema 112 sobre a possível presença de dados incompletos ou imprecisos na base de dados de almanaque de estação base 44 e para avisar sobre reparos em dados imprecisos ou incompletos. O
30 servidor de base de dados de almanaque de estação base pode também prover ao operador de sistema 112 dados e serviços de rede diferentes de dados de calibração de posição e manutenção de base de dados de almanaque de estação base, tais como mapas de cobertura celular e análise analítica.

O servidor de base de dados de almanaque de estação base 43 também recebe atualizações de base de dados de almanaque de estação base a partir do operador de sistema 112 e gerencia a integração das informações atualizadas na cópia primária da base de dados de almanaque de estação base 44 e a emissão de tais informações atualizadas a PDE 41. Quando ocorre uma mudança física na infra-estrutura celular ou na configuração da infra-estrutura celular, o servidor de base de dados de almanaque de estação base 43 mantém registros na base de dados de almanaque de estação base que refletem as condições antiga e nova até que todas as PDEs servidas pelo servidor de base de dados de almanaque de estação base 43 tenham se comutado para as novas condições. O servidor de base de dados de almanaque de estação base 43 gerencia quando o novo registro é removido de cada PDE e quando o registro antigo é removido de cada PDE. O servidor de base de dados de almanaque de estação base também mantém informações de seguimento de desempenho da PDE 113 e uma base de dados de elevação do terreno 114.

A Figura 12 mostra que um servidor de base de dados de almanaque de estação base 120, 121, pode dar suporte a múltiplas PDEs 122, 123, e múltiplos servidores de base de dados de almanaque de estação base 120, 121, podem dar suporte simultaneamente a múltiplas PDEs 122, 123 para total redundância.

A Figura 13 mostra vários grupos de campos na base de dados de almanaque de estação base. Os grupos de campos incluem: informações de identidade de setor de célula (na IS-95: ID de rede, ID de sistema, número de comutador, ID de estação base estendida, PN adicional), nome de setor piloto, latitude, longitude e altitude (altura acima do elipsóide) de posição de antena, posição do centróide de setor de célula - latitude, longitude e altitude (altura acima do elipsóide), orientação de antena,

abertura de antena, alcance máximo de antena (MAR), altura média de terreno, calibração RTD, calibração de link direto, repetidora potencial, incremento de PN e parâmetros de incerteza (por exemplo, precisão ou desvio padrão).

5 A calibração RTD é a calibração da cadeia de recepção da estação base em relação à hora GPS. Os fatores que afetam tal calibração incluem o comprimento de cabo GPS da estação base, retardos de receptor GPS, o comprimento de cabo da antena receptora da estação base e retardos de
10 processamento do receptor da estação base.

 A Figura 14 mostra uma descrição das informações de identidade de setor de célula e a metodologia de detecção de problemas que o servidor de base de dados de almanaque de estação base emprega com relação a tais
15 informações. As informações de identidade de setor de célula é a chave para relacionar sinais observados por um aparelho telefônico (isto é, uma estação móvel sem fio) com informações na base de dados do almanaque de estação base. As informações de identidade de setor de célula em
20 particular devem ser completas e precisas e devem estar livres de duplicação ou erros para um bom desempenho de determinação de localização. Uma infra-estrutura celular nova ou modificada, ou mudanças de configuração da infra-estrutura celular, resultam em mudanças de identidade de
25 setor de célula. Tais mudanças são freqüentes.

 O servidor de base de dados de almanaque de estação base descobre todos os casos em que uma identidade observada por um aparelho não é encontrada na base de dados de almanaque de estação base e segue tais ocorrências ao
30 longo do tempo. O servidor de base de dados de almanaque de estação base identifica novos setores que são adicionados à rede e avisa ao operador de sistema sobre tais mudanças. O servidor de base de dados de almanaque de estação base gera uma entrada de base de dados de almanaque de estação base
35 incluindo a determinação da localização da antena, a

identidade observada, parâmetros de calibração e incerteza calculados automaticamente e valores padrão. O servidor de base de dados de almanaque de estação base também identifica setores cuja identidade observada pelo aparelho telefônico ou reportadas pela infra-estrutura celular tenham mudado devido a uma mudança ou reconfiguração da rede e que não mais casam com a base de dados de almanaque de estação base. O servidor de base de dados de almanaque de estação base altera automaticamente a base de dados de almanaque de estação base de modo a refletir a nova identidade.

A Figura 15 mostra uma descrição das informações de posição de antena e a metodologia de detecção de problemas que o servidor de base de dados de almanaque de estação base emprega com relação a tais informações. Para medições de alcance terrestres, a posição de antena auxilia a PDE a resolver as identidades do setor de referência e do setor de medição e é a localização a partir da qual se originam as medições de alcance. Os erros de posição de antena se traduzem em erros de alcance terrestres, a posição de antena é também essencial para a geração de uma "estimativa de posição inicial", a qual é usada para gerar informações de auxílio GPS.

O servidor de base de dados de almanaque de estação base identifica posições de antenas de setor de base de dados de almanaque de estação base que não são consistentes com a posição medida. Isto pode resultar de células móveis (COWs ou COLTs) ou por erros tipográficos na base de dados de almanaque de estação base. O servidor de base de dados de almanaque de estação base avisa ao operador de sistema sobre tais problemas e, caso assim configurado, o servidor de base de dados de almanaque de estação base irá corrigir automaticamente os problemas.

A Figura 16 mostra uma descrição das informações de centróide de setor de célula e a metodologia de detecção

de problemas que o servidor de base de dados de almanaque de estação base emprega com referência a tais informações. A posição do centróide de setor é retornada como o resultado quando falham os métodos mais acurados de determinação de localização. Além disso, a posição do centróide de setor é também essencial na geração de uma "estimativa de posição inicial", a qual é usada para gerar informações de auxílio GPS. O centróide de setor de célula constitui um dos parâmetros que auxiliam a PDE na compreensão da área de cobertura do setor. O conhecimento da área de cobertura do setor é essencial para relacionar com sucesso os sinais terrestres observados com uma entrada na base de dados de almanaque de estação base.

O servidor de base de dados de almanaque de estação base mapeia a área de cobertura do setor com base em sessões de localização de estações móveis e, portanto, a posição mais ideal do centróide do setor de célula é atualizada ao longo do tempo. O servidor de base de dados de almanaque de estação base também atualiza a base de dados de almanaque de estação base com a posição mais ideal do setor de célula.

A Figura 17 mostra uma descrição das informações de orientação de antena, de abertura de antena e de alcance máximo de antena e a metodologia de detecção de problemas que o servidor de base de dados de almanaque de estação base emprega com relação a tais informações de antena.

A orientação de antena é a direção para a qual a antena do setor de célula está apontada. A orientação de antena é freqüentemente usada para determinar a região de cobertura de setor aproximada e a posição do centróide de setor com ferramentas off-line. O servidor de base de dados de almanaque de estação base mapeia a área de cobertura do setor e determina a orientação de antena mais ideal ao longo do tempo e atualiza a base de dados de almanaque de estação base com a orientação de antena ideal.

A abertura de antena (largura ou amplitude do feixe) é amiúde usada para determinar a área de cobertura aproximada do setor e a posição do centro do setor com ferramentas off-line. O servidor de base de dados de almanaque de estação base mapeia a área de cobertura do setor e determina a abertura de antena mais ideal ao longo do tempo e atualiza a base de dados de almanaque de estação base com a abertura de antena ideal.

O alcance máximo de antena (MAR) é o parâmetro chave usado pela PDE para quantificar a área de cobertura do setor. O conhecimento da área de cobertura do setor é essencial para relacionar com sucesso o sinal terrestre observado com uma entrada na base de dados de almanaque de estação base. O servidor de base de dados de almanaque de estação base mapeia a área de cobertura do setor e determina o MAR mais ideal ao longo do tempo e atualiza a base de dados de almanaque de estação base com o MAR ideal.

A Figura 18 mostra uma descrição de informações de altura média de terreno e a metodologia de detecção de problemas que o servidor de base de dados de almanaque de estação base emprega com referência a tais informações. A altura média de terreno é necessária para a AFLT, pois sem uma restrição de altura, as correções de AFLT poderiam variar de forma exagerada. Além disso, o conhecimento da altura permite que menos uma medição venha de uma medição de alcance, o que pode melhorar em muito a disponibilidade de correções de localização. O servidor de base de dados de almanaque de estação base mantém dados de altura média de terreno na base de dados de elevação de terreno (114 na Figura 11). O servidor de base de dados de almanaque de estação base também rastreia as alturas retornadas de correções de localização com poucas incertezas e atualiza a altura média de terreno na base de dados de almanaque de estação base conforme necessário e ajusta automaticamente o

desvio padrão de terreno de modo a refletir a distribuição das correções reais.

A Figura 19 mostra uma descrição das informações de calibração de retardo de ida e volta e de calibração de link direto e a metodologia de detecção de problemas que o servidor de base de dados de almanaque de estação base emprega com referência a tais informações.

A calibração RTD se destina especificamente a melhorar a precisão das medições de alcance por AFLT do link reverso. O servidor de base de dados de almanaque de estação base melhora automaticamente a calibração RTD e a precisão da calibração RTD ao longo do tempo pelo emprego de medições de usuário reais.

A calibração do link direto se destina especificamente a melhorar a precisão de medições de alcance terrestres do link direto por AFLT nos sistemas CDMA IS-95. Os erros de calibração do link direto se traduzem em erros de medição de alcance por AFLT, os quais se traduzem em erros de correção de posição. O servidor de base de dados de almanaque de estação base melhora automaticamente a calibração do link direto e a precisão da calibração do link direto ao longo do tempo pelo uso de medições de usuário reais.

A Figura 20 mostra uma descrição das informações de repetidoras potenciais e incrementos de PN e a metodologia de detecção de problemas que o servidor de base de dados de almanaque de estação base emprega com referência a tais informações.

As informações de repetidora potencial se relacionam a uma situação em que é usada uma repetidora e a PDE não está informada a seu respeito. Em tal situação, as medições de alcance por AFLT podem estar muito incorretas e o algoritmo AFLT se torna instável. Por tal razão, qualquer identidade de setor utilizando uma repetidora deve ser anotada na base de dados de almanaque de estação base. O

servidor de base de dados de almanaque de estação base detecta a presença de uma repetidora não percebida e efetua as correções apropriadas na base de dados de almanaque de estação base. A base de dados de almanaque de estação base rastreia a frequência em que cada repetidora percebida é observada. A base de dados de almanaque de estação base também remove o flag de uso de repetidora ou avisa a um operador caso uma repetidora seja considerada como não existente.

10 As informações de incremento de PN auxiliam a PDE a separar corretamente os números de deslocamento de PN de estações base distantes. Uma vez que elas são de tão fácil descoberta, não há qualquer razão para não incluí-las na base de dados de almanaque de estação base. O servidor de base de dados de almanaque de estação base detecta qualquer inconsistência de incremento de PN entre o que se observa pelo ar e o que está na base de dados de almanaque de estação base e quando é detectada uma inconsistência, o servidor de base de dados de almanaque de estação base corrige as informações de incremento de PN na base de dados de almanaque de estação base.

25 A Figura 21 mostra uma descrição dos parâmetros de incerteza e a metodologia de detecção de problemas que o servidor de base de dados de almanaque de estação base emprega com relação aos parâmetros de incerteza. Os parâmetros de incerteza, tais como "precisão de localização de antena", "desvio padrão de altura de terreno", "precisão de calibração RTD" e "precisão FLC" fornecem limites a seus respectivos parâmetros de localização e calibração e permitem a PDE montar uma incerteza geral quanto às medições de alcance que utilizam tais parâmetros e, portanto, uma estimativa de erro para a correção de posição final.

35 Como exemplo, para a precisão de localização de antena, o limite é de 99% de certeza de que a latitude e a

longitude da antena estão dentro de tal distância em relação à posição verdadeira. Para o desvio padrão de altura de terreno, o limite é o de que aproximadamente 68% das alturas a serem encontradas na área de cobertura de tal
5 setor estejam dentro de um desvio padrão de altura de terreno da altura média de terreno. Para a precisão de calibração RTD, o limite é de 99% de confiança de que a calibração RTD verdadeira esteja dentro de uma precisão de calibração RTD do valor de calibração RTD. Para a precisão
10 de calibração do link direto, o limite é de 99% de confiança que a calibração de link direto verdadeira esteja dentro de uma precisão de calibração do link direto do valor de calibração do link direto.

Quando correções de localização finais altamente
15 acuradas estão disponíveis, o servidor de base de dados de almanaque de estação base utiliza tal conhecimento para avaliar a incerteza das medições de alcance terrestre observadas em tais correções. O servidor de base de dados de almanaque de estação base aloca tal incerteza para os
20 parâmetros de incerteza que foram usados para montar cada alcance e atualiza automaticamente os parâmetros de incerteza uma vez que exista um número suficiente de amostras para estabelecer a confiança nos novos valores. O servidor de base de dados de almanaque de estação base
25 rastreia as mudanças ao longo do tempo e atualiza os parâmetros de incerteza na base de dados de almanaque de estação base.

Muitos dos métodos para detecção de problemas acima descritos utilizam o fato de que uma estimativa da
30 posição do telefone celular é conhecida com uma precisão razoavelmente boa com base no resultado da própria correção de localização. Tal conhecimento é essencial para prover contexto para as medições de correções que são analisadas e gravadas pelo servidor de base de dados de almanaque de
35 estação base.

Adicionalmente, a incerteza da correção de localização do telefone celular é calculada pela PDE. Tal incerteza amplia a utilidade do conhecimento da localização do telefone celular por, por exemplo, permitir o uso apenas de correções com precisão muito boa para os propósitos que só são válidos em tal caso.

Tal como listado na Figura 22, os exemplos de métodos de detecção de problemas que usam uma estimativa da posição do telefone celular incluem: posicionamento de antena de setor inverso (tal como será adicionalmente descrito a seguir); calibração do link direto e calibração RTD; separação da identidade de setor incorreta na PDE; detecção da presença de repetidoras; detecção de setores novos ou que foram movidos; determinação de parâmetros de incerteza; e provimento de mapas de cobertura celular e informações de diagnóstico.

O posicionamento de antena de setor inverso é uma forma de determinar a localização de uma antena de setor a partir de dados provenientes de uma estação móvel. Em alguns casos, sabe-se da existência de um setor de célula com base em medições pelo aparelho telefônico daquele sinal do setor, porém a localização da antena do setor não é conhecida. Caso a posição do telefone celular possa ser determinada com base em outras medições, a posição do aparelho telefônico e o alcance medido até a antena de setor podem servir como uma entrada valiosa para a determinação da localização da antena de setor.

Em muitos casos, uma posição do aparelho telefônico pode ser determinada sem o conhecimento da fonte do setor desconhecido - por exemplo, com base em uma boa correção GPS, ou uma correção AFLT ou híbrida que não utilize uma medição proveniente do setor desconhecido. Caso isto ocorra várias vezes, a partir de diferentes posições, cada uma de tais correções de localização serve tanto como

um ponto de origem (a posição do aparelho telefônico) como um alcance até a posição da antena do setor desconhecido.

Tais posições e alcances podem servir como entradas para um processador de navegação que pode calcular a posição da antena do setor da mesma forma que, por exemplo, posições e alcances de satélites GPS são usadas para calcular a posição de um receptor GPS. Vários métodos estão disponíveis para efetuar tal processamento de navegação, tais como iteração por mínimos quadrados e filtragem Kalman, que são bem conhecidos pelos técnicos na área.

Como poderão também notar os técnicos na área, é importante que os pontos de referência estejam suficientemente separados, em comparação aos alcances até a antena do setor, de forma a que a geometria seja adequada para calcular precisamente a posição da antena do setor. Adicionalmente, cada alcance de entrada das posições do aparelho telefônico deve ter uma estimativa de erro a ela associada que combine tanto a incerteza na posição de referência do aparelho telefônico como a incerteza estimada no alcance com base, por exemplo, em possíveis retardos de sinal por comprimento de percurso excedente. Tais estimativas de erros de medição podem ser combinadas no algoritmo de processamento de navegação para estimar o erro na determinação da posição da antena do setor.

Além disso, as medições de alcance até a antena do setor podem conter uma distorção (bias) constante justa devido à distorção de tempo do transmissor do setor. Tal calibração do link direto pode ser solucionada ao mesmo tempo que a posição da antena do setor. Dessa forma, a posição tridimensional da antena do setor, bem como a distorção de tempo, um total de quatro variáveis, podem ser calculados na mesma operação - de uma maneira similar ao posicionamento por receptor GPS que calcula a posição do receptor GPS e a distorção do clock.

Uma forma para melhorar a posição da estação base e o deslocamento de temporização da estação base é a de manter um registro das medições pertinentes à posição da estação base e deslocamento de temporização e re-computar a
 5 posição da estação base com base em todas as medições no registro. No entanto, quando o número de medições se torna grande, o tempo de computação se tornará excessivo. Neste ponto a posição da estação base e o deslocamento de temporização podem ser computados usando-se apenas um certo
 10 número das medições mais recentes. Além disso, é possível a utilização de um filtro, tal como um filtro Kalman, para melhorar continuamente o valor da posição da estação base e o deslocamento de temporização. Em um exemplo simples, as medições mais recentes produzem uma posição estimada (P_e) e
 15 a nova posição (P_{nova}) é computada como uma média ponderada da posição anterior ($P_{anterior}$) e da posição estimadas (P_e), da seguinte forma:

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

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

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

25 Um filtro pode também ser usado de modo similar para computar um novo valor para o deslocamento de temporização de estação base a partir do valor anterior e de uma nova estimativa, porém neste caso é vantajoso estimar a variação do deslocamento de temporização ao longo
 30 do tempo. Dito de outra forma, o deslocamento de temporização 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, são estimados os parâmetros β e T_0 pelo método dos mínimos

quadrados. Quando o número de medições na série se torna excessivo, somente 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
 5 valor para β é computado a partir do valor estimado de β e do valor anterior de β e um novo valor para T_0 é computado a partir do valor estimado de T_0 e do valor anterior de T_0 .

Os fatores de ponderação podem também ser usados para computar a posição e o deslocamento de temporização de
 10 estações móveis a partir de vários parâmetros de serviço de localização. Como exemplo, um número de alcances devem ser combinados de modo a triangular a posição de uma estação móvel. Isto vale para as técnicas AFLT, RTD, ou GPS. Quando for possível realizar um número de determinações de posição
 15 relativamente independentes, um valor de posição e incerteza podem ser computados para cada determinação de posição independente e, a seguir, uma média ponderada pode ser computada dos valores de posição, usando os respectivos pesos inversamente proporcionais à incerteza para cada
 20 valor de posição. Como exemplo, a incerteza de uma medição de alcance pode depender da intensidade do sinal piloto, da resolução de seqüências PN, da elevação do satélite no caso de uma medição de alcance por GPS e da possibilidade de propagação multipercurso no caso de medições de alcance
 25 terrestres. A incerteza de uma medição de alcance depende também da incerteza dos parâmetros de serviço de localização inerentes, tais como a incerteza no deslocamento de temporização de calibração de link direto no caso de uma determinação de alcance AFLT, a incerteza na
 30 calibração de link reverso no caso de uma medição de alcance de RTD e a incerteza da posição de antena da estação base e de elevação de terreno no caso de medições de alcance por AFLT ou RTD. A incerteza é quantificada, por exemplo, em termos de um desvio padrão, com base em

estatísticas quando existe uma população de amostras, ou com base em erros de resolução e medição estimada, presumindo-se uma distribuição Gaussiana.

É reconhecido que encontrar uma solução para a
5 altura vertical da antena de setor pode ser algumas vezes difícil, devido a uma geometria observável limitada na direção vertical. A altura da antena de setor pode ser estimada com base em uma altura de antena média (digamos 10 metros) acima da altura média das posições de referência do
10 aparelho telefônico e/ou da altura do terreno com base em uma consulta a uma base de dados de elevação de terreno. Apesar de os erros na altura vertical da antena do setor ser algo difícil de observar com tal método, é conveniente que esses mesmos erros contribuem muito pouco para o erro
15 de correção de localização quando tal setor é eventualmente adicionado à base de dados de almanaque de estação base e usado como uma localização de referência para posicionamento de aparelho telefônico.

Uma vez que a posição da antena de setor tenha
20 sido razoavelmente determinada por tal método, um novo setor pode ser adicionado à base de dados de almanaque de estação base e subsequente usado para posicionamento de aparelho telefônico, ou um sinal não identificado observado pelo aparelho telefônico pode ser ligado a uma
25 entrada na base de dados de almanaque de estação base com informações de identidade incorretas e tais informações de identidade possam ser corrigidas.

Uma função adicional que advém do servidor de base de dados de almanaque de estação base é uma
30 compreensão detalhada da cobertura celular. O servidor de base de dados de almanaque de estação base pode relacionar a posição às intensidades de sinal e outras informações de diagnóstico celular de todos os setores de células observados a partir de tal posição. Mapas de cobertura e
35 métricas de diagnóstico, bem como alertas sobre o

desempenho são possíveis com base em tal conhecimento. Os clientes podem ser alertados quanto a desempenho degradado ou prejudicado do telefone celular ou da localização em função de sua posição.

5 Em vista do que foi acima mencionado, foi descrita uma rede de telecomunicações sem fio incluindo estações móveis híbridas (GPS e AFLT). As estações móveis híbridas provêem informações de posição redundantes, as quais são usadas para calibração da base de tempo e/ou
10 correção de medições de posição. Cada estação móvel (isto é, aparelho telefônico ou celular) pode ser usada como um instrumento de teste e dados provenientes de chamadas telefônicas sem fio regulares podem ser suplementados por dados provenientes de unidades de teste em percurso pelo
15 campo. Os dados de calibração de estações base são armazenados em um almanaque de estação base juntamente com informações adicionais de estações base usadas para obtenção de correções de posição mais confiáveis sob uma variedade de condições. Além da posição da antena da
20 estação base, calibração de link direto e informações de identificação de estações base, um registro do almanaque de estação base inclui a localização do centro da área de cobertura do setor da estação base, o alcance máximo da antena da estação base, a altura média do terreno dentro da
25 área de cobertura do setor, o desvio padrão da altura do terreno dentro da área de cobertura do setor, informações de calibração do retardo de ida e volta (RTD), informações sobre repetidoras, incrementos de ruído pseudo-aleatório (PN), incerteza na posição da antena da estação base,
30 incerteza na calibração do link direto e incerteza na calibração do retardo de ida e volta.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para utilizar um almanaque de estação base (44) em uma rede de comunicação sem fio, o método **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui as etapas de:

5 armazenar, no almanaque de estação base (44), dados de localização de centro de setor especificando localizações dos centros de setores de células (A-D) de estações base (11-15); e

10 utilizar os dados de localização de centro de setor no almanaque de estação base (44) para determinar posição de estações móveis.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui determinar que uma estação móvel (9, 22-23) esteja no, ou próximo ao, centro de um setor de célula (A-D) quando a estação móvel (9, 22-23) for encontrada dentro do setor de célula (A-D) e a posição da estação móvel (9, 22-23) não puder ser determinada mais precisamente.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui determinar que uma estação móvel (9, 22-23) esteja na, ou próximo à, média do centro de vários setores de células (A-D) quando a estação móvel (9, 22-23) for encontrada dentro de vários setores de células (A-D) e a posição da estação móvel (9, 22-23) não puder ser determinada mais precisamente.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui determinar que uma estação móvel (9, 22-23) esteja na, ou próximo à, média do centro de todos os setores de células (A-D) dentro de uma região quando a estação móvel (9, 22-23) for encontrada dentro de uma região, mas os setores de células (A-D) individuais não puderem ser determinados, e a posição da

estação móvel (9, 22-23) não puder ser determinada mais precisamente.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui utilizar os dados de localização de setor de célula de um setor de célula (A-D) como uma estimativa de posição inicial para gerar informações de auxílio para auxiliar determinação de posição utilizando um sistema de satélites global (17-21).

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a localização de setor de célula é uma média de posições de estações móveis determinadas a estarem dentro do setor de célula (A-D).

7. Método para utilizar um almanaque de estação base (44) em uma rede de comunicação sem fio, o método **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui as etapas de:

armazenar, no almanaque de estação base (44), dados de alcance máximo de antena especificando alcances máximos de antena de estações base (11-15); e

utilizar os dados de alcance máximo de antena no almanaque de estação base (44) para determinar posição de estações móveis.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui utilizar o alcance máximo de antena de pelo menos uma estação base (11-15) para quantificar uma área de cobertura de setor da estação base (11-15) de modo a relacionar um sinal terrestre observado com uma entrada para a estação base (11-15) no almanaque de estação base (44).

9. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui utilizar o alcance máximo de antena de pelo menos uma estação base (11-15) para quantificar a incerteza na estimativa de posição de uma estação móvel (9, 22-23) quando a incerteza na posição

de estação móvel não puder ser determinada mais precisamente.

10. Método para utilizar um almanaque de estação base (44) em uma rede de comunicação sem fio, o método
5 **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui as etapas de:

armazenar, no almanaque de estação base (44), informações de altura média de terreno para áreas de cobertura de setor de célula de estações base (11-15); e

10 utilizar as informações de altura média de terreno no almanaque de estação base (44) para determinar posição de estações móveis.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui utilizar as informações de altura média de terreno para obter uma
15 correção de posição de uma estação móvel (9, 22-23).

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui:

armazenar, no almanaque de estação base (44), desvio padrão de altura de terreno para áreas de cobertura
20 de setor de células de estações base (11-15); e

utilizar o desvio padrão de altura média de terreno para determinar em quanto ponderar as informações de altura média de terreno a partir do almanaque de estação base (44).

25 13. Método, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que inclui:

armazenar, no almanaque de estação base (44), desvio padrão de altura de terreno para áreas de cobertura de setor de células de estações base (11-15); e

30 utilizar o desvio padrão de altura média de terreno para determinar em quanto ponderar as informações de altura média de terreno a partir do almanaque de estação base (44).

14. Rede de comunicação sem fio, compreendendo:

(a) estações base (11-15) para comunicação com estações móveis (9, 22-23);

(b) um almanaque de estação base (44) armazenando
5 informações sobre as estações base (11-15); e

(c) pelo menos uma entidade de determinação de posição (41) para determinar posições das estações móveis (9, 22-23) com base em sinais transmitidos entre as estações base (11-15) e as estações móveis (9, 22-23), e
10 informações armazenadas no almanaque de estação base (44);

CARACTERIZADA pelo fato de que o almanaque de estação base (44) contém dados de localização de centro de setor especificando localizações dos centros de setores de células (A-D) das estações base (11-15).

15 15. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os dados de localização de setor incluem a latitude e longitude do centro de cada setor de célula (A-D).

20 16. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os dados de localização de setor incluem adicionalmente a altitude do centro de cada setor de célula (A-D).

25 17. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a entidade de determinação de posição retorna o centro de um setor de célula (A-D) quando a entidade de determinação de posição determina que uma estação móvel (9, 22-23) está dentro do setor de célula (A-D) e a entidade de determinação de posição (41) não pode determinar mais precisamente a
30 posição da estação móvel (9, 22-23).

18. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a entidade de determinação de posição (41) utiliza os dados de

localização de setor de célula de um setor de célula (A-D) como uma estimativa de posição inicial para gerar informações de auxílio para auxiliar determinação de posição utilizando um sistema de satélites global (17-21).

5 19. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a localização de centro de setor de célula é uma média de posições de estações móveis determinadas como estando dentro do setor de célula (A-D).

10 20. Rede de comunicação sem fio, compreendendo:

(a) estações base (11-15) para comunicação com estações móveis (9, 22-23);

(b) um almanaque de estação base (44) armazenando informações sobre as estações base (11-15); e

15 (c) pelo menos uma entidade de determinação de posição (41) para determinar posições das estações móveis (9, 22-23) com base em sinais transmitidos entre as estações base (11-15) e as estações móveis (9, 22-23), e informações armazenadas no almanaque de estação base (44);

20 **CARACTERIZADA** pelo fato de que o almanaque de estação base (44) contém dados de alcance máximo de antena especificando alcances máximos de antena das estações base (11-15).

25 21. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a entidade de determinação de posição (41) utiliza o alcance máximo de antena de pelo menos uma estação base (11-15) para quantificar uma área de cobertura de setor da estação base (11-15) de modo a relacionar um sinal terrestre observado
30 com uma entrada para a estação base (11-15) no almanaque de estação base (44).

22. Rede de comunicação sem fio, compreendendo:

(a) estações base (11-15) para comunicação com estações móveis (9, 22-23);

(b) um almanaque de estação base (44) armazenando informações sobre as estações base (11-15); e

5 (c) pelo menos uma entidade de determinação de posição (41) para determinar posições das estações móveis (9, 22-23) com base em sinais transmitidos entre as estações base (11-15) e as estações móveis (9, 22-23) e informações armazenadas no almanaque de estação base (44);

10 **CARACTERIZADA** pelo fato de que o almanaque de estação base (44) contém informações de altura média de terreno para áreas de cobertura de setor de célula das estações base (11-15).

23. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a
15 reivindicação 22, **CARACTERIZADA** pelo fato de que as informações de altura média de terreno incluem uma respectiva altura média de terreno e um respectivo desvio padrão de terreno para cada uma das áreas de cobertura de setor de célula das estações base (11-15).

20 24. Rede de comunicação sem fio, de acordo com a reivindicação 22, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a entidade de determinação de posição (41) utiliza as informações de altura média de terreno para obter uma correção de posição por trilateração de link direto avançada (AFLT) de pelo
25 menos uma das estações móveis (9, 22-23).

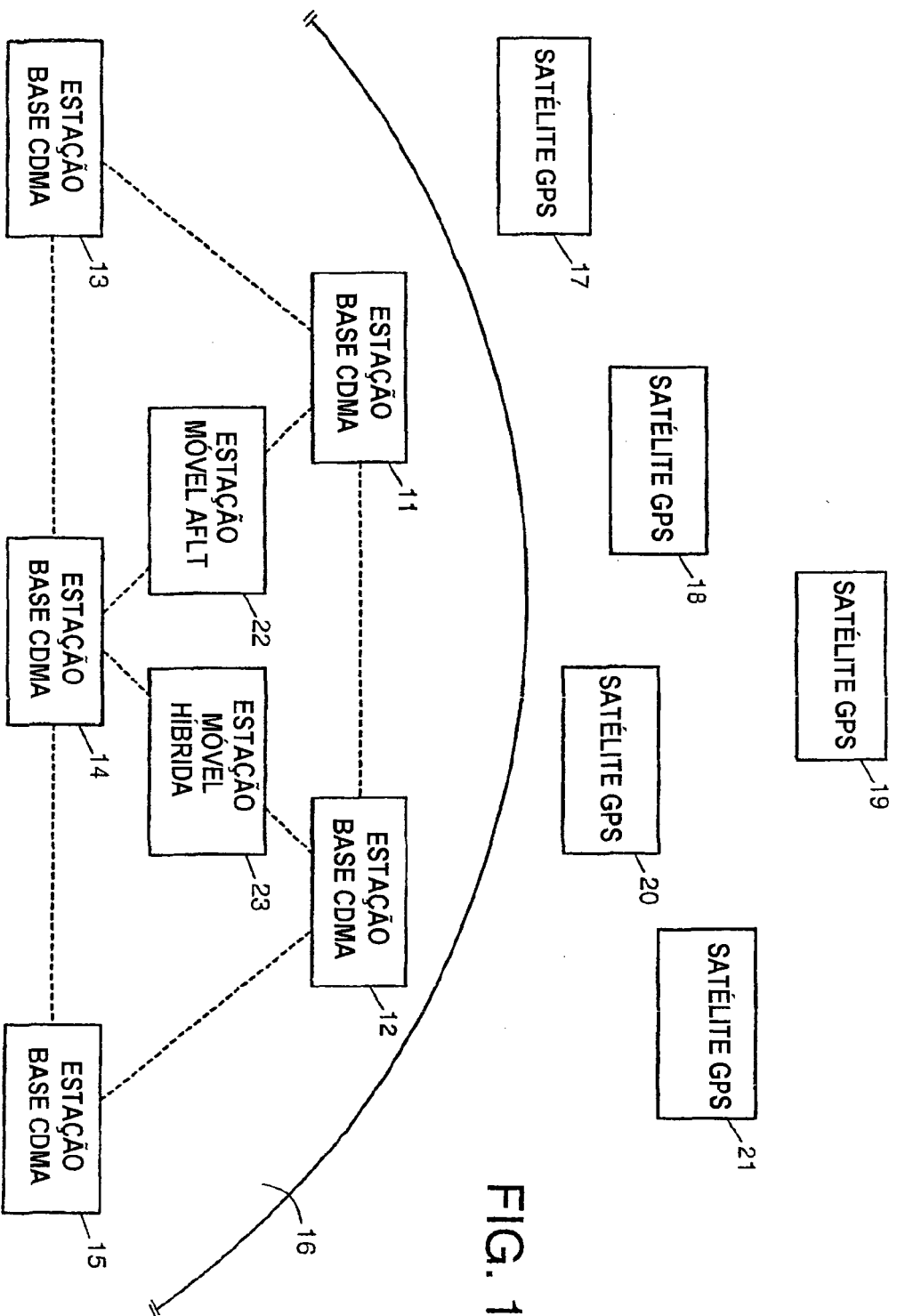


FIG. 1

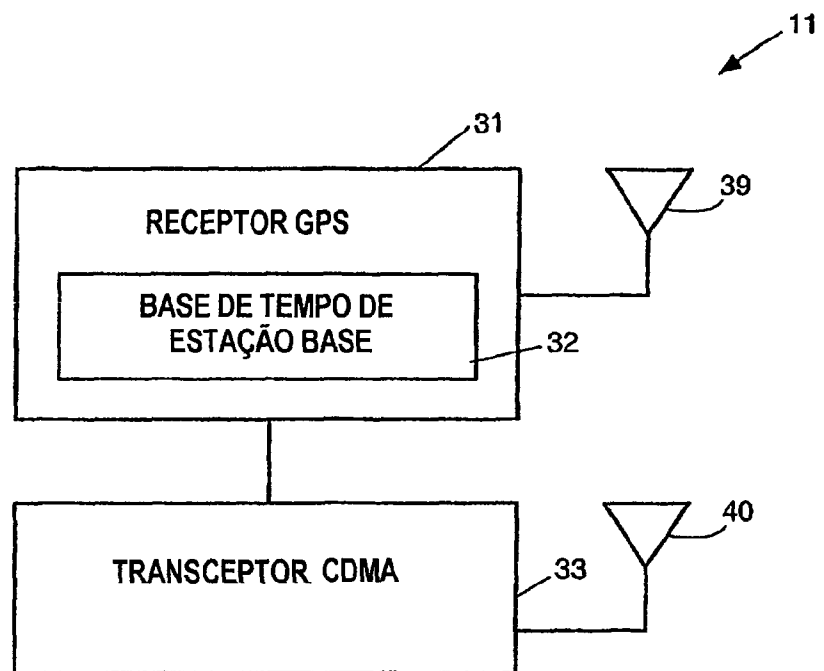


FIG. 2

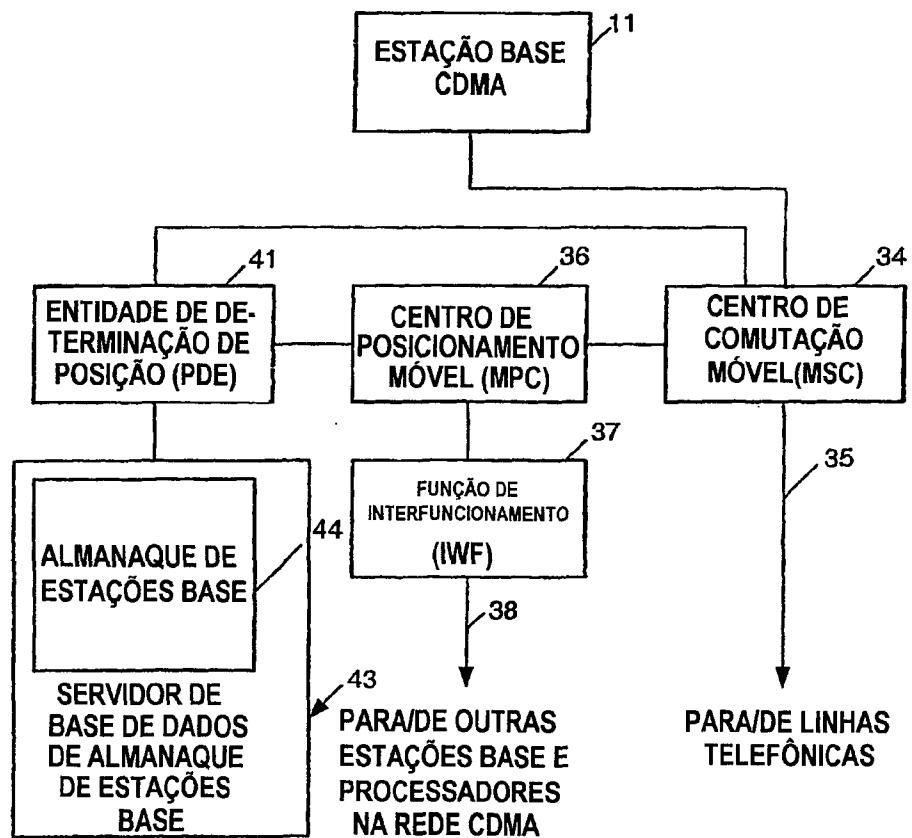


FIG. 3

NOME DO CAMPO	DESCRIÇÃO
Nome do setor piloto	string ASCII de 50-bytes
ID do Sistema	INT2 (16 bits)
ID da rede	INT2 (16 bits)
ID de base estendida	INT4 (32 bits)
PN de transmissão	INT4 (32 bits)
Latitude da antena	DOUBLE (64 bits) graus
Longitude da antena	DOUBLE (64 bits) graus
Altitude da antena	INT4 (32 bits) metros
Precisão da localização da antena	UINT2 (16 bits) centímetros
Orientação da antena	INT4 (32 bits) graus
Abertura da antena	INT4 (32 bits) graus
Alcance máximo da antena	INT4 (32 bits) metros
Calibração rtd	DOUBLE (64 bits) chipx8
Precisão da calibração rtd	UINT2 (16 bits) chipx64
Calibração do link direto	DOUBLE (64 bits) chipx8
Precisão da calibração do link direto	UINT2 (16 bits) chipx64
Repetidora potencial	INT2 (16 bits)
Incremento de PN	INT2 (16 bits)
Tipo de formato	UCHAR (8 bits)
Número de comutador do MSC	INT2 (16 bits)

FIG. 4

NOME DO CAMPO	DESCRIÇÃO
Latitude do centro do setor	DOUBLE (64 bits) graus
Longitude do centro do setor	DOUBLE (64 bits) graus
Altitude do centro do setor	INT4 (32 bits) metros
Altura média do terreno	INT4 (32 bits) metros
Desvio padrão de altitude do terreno	INT4 (32 bits) metros

FIG. 5

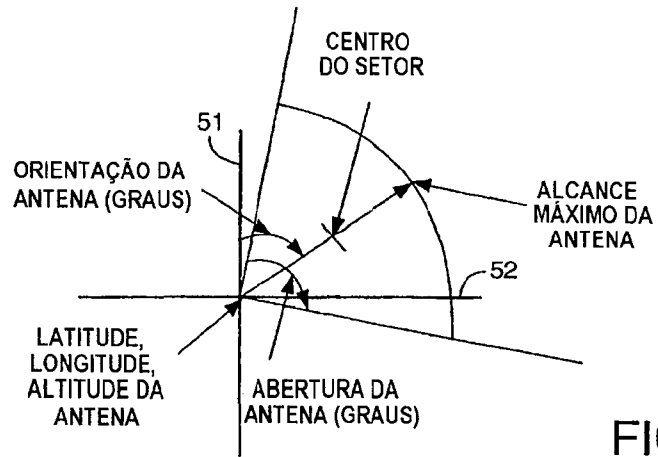


FIG. 6

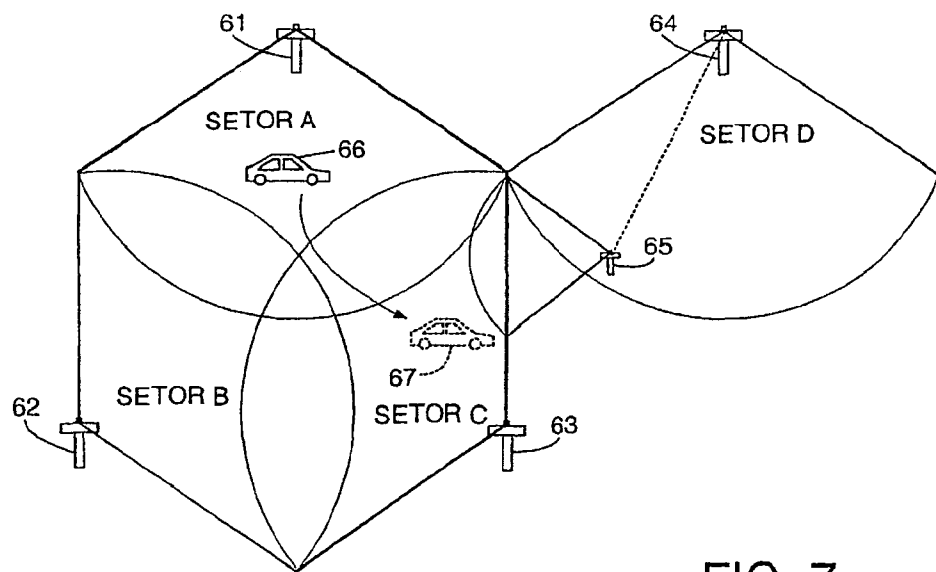


FIG. 7

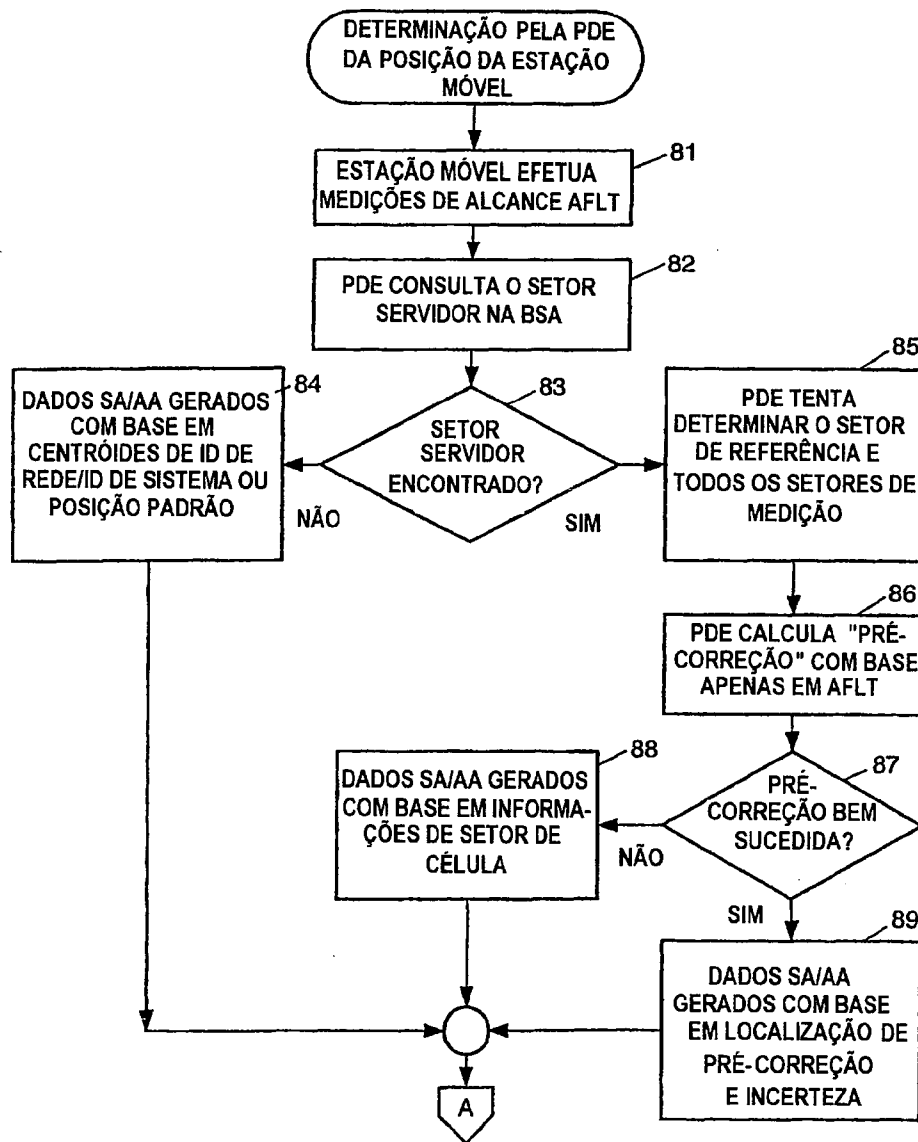


FIG. 8

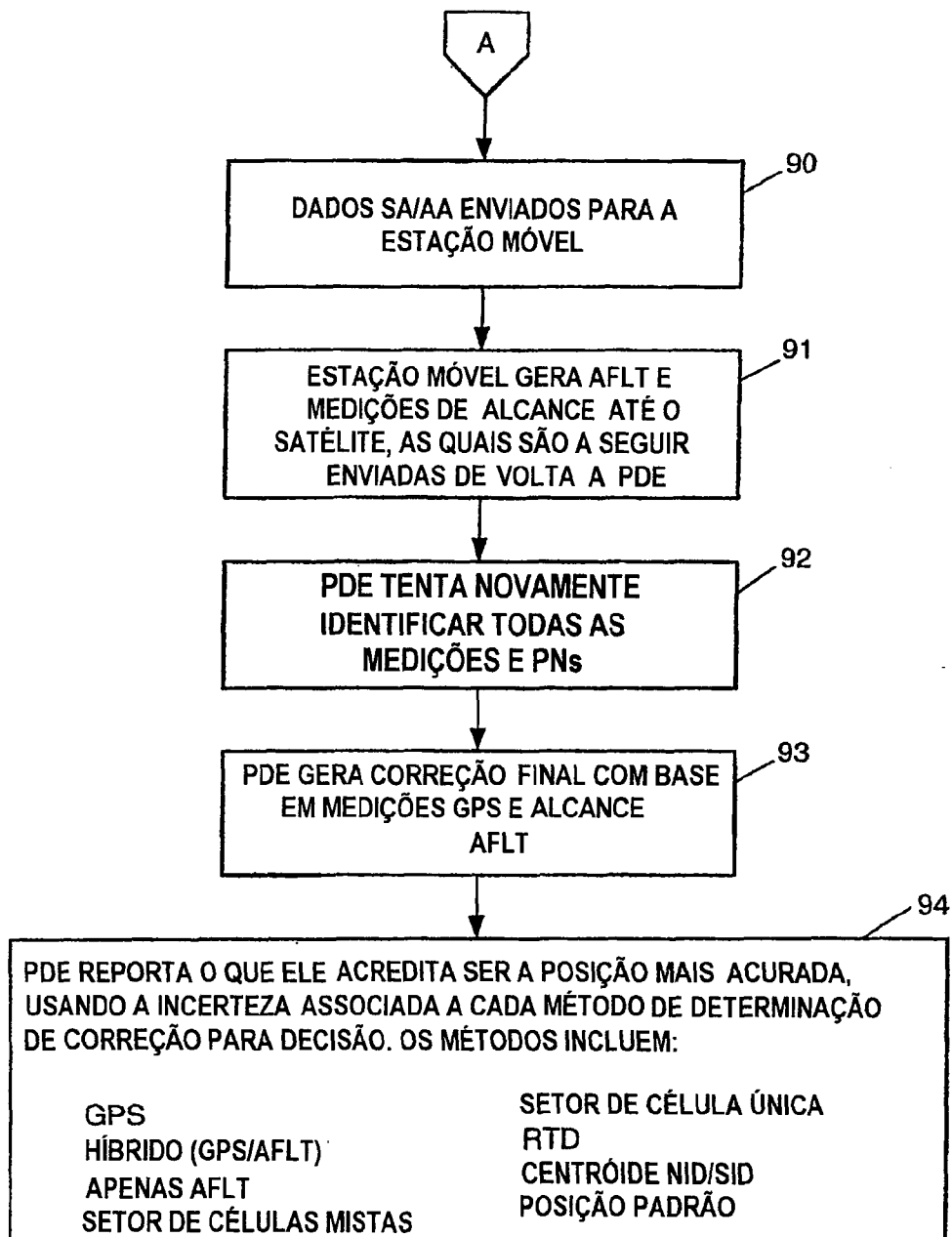


FIG. 9

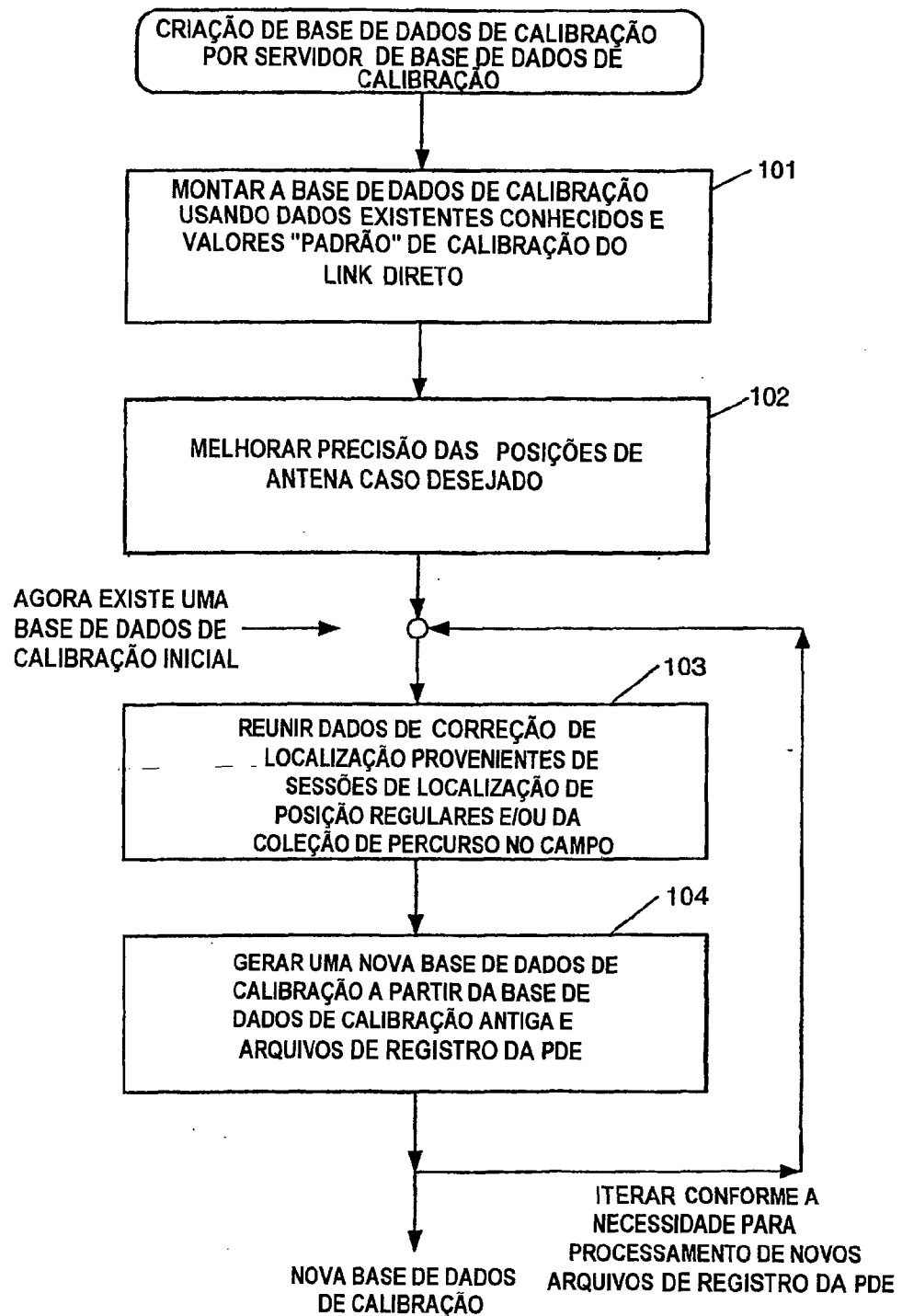


FIG. 10

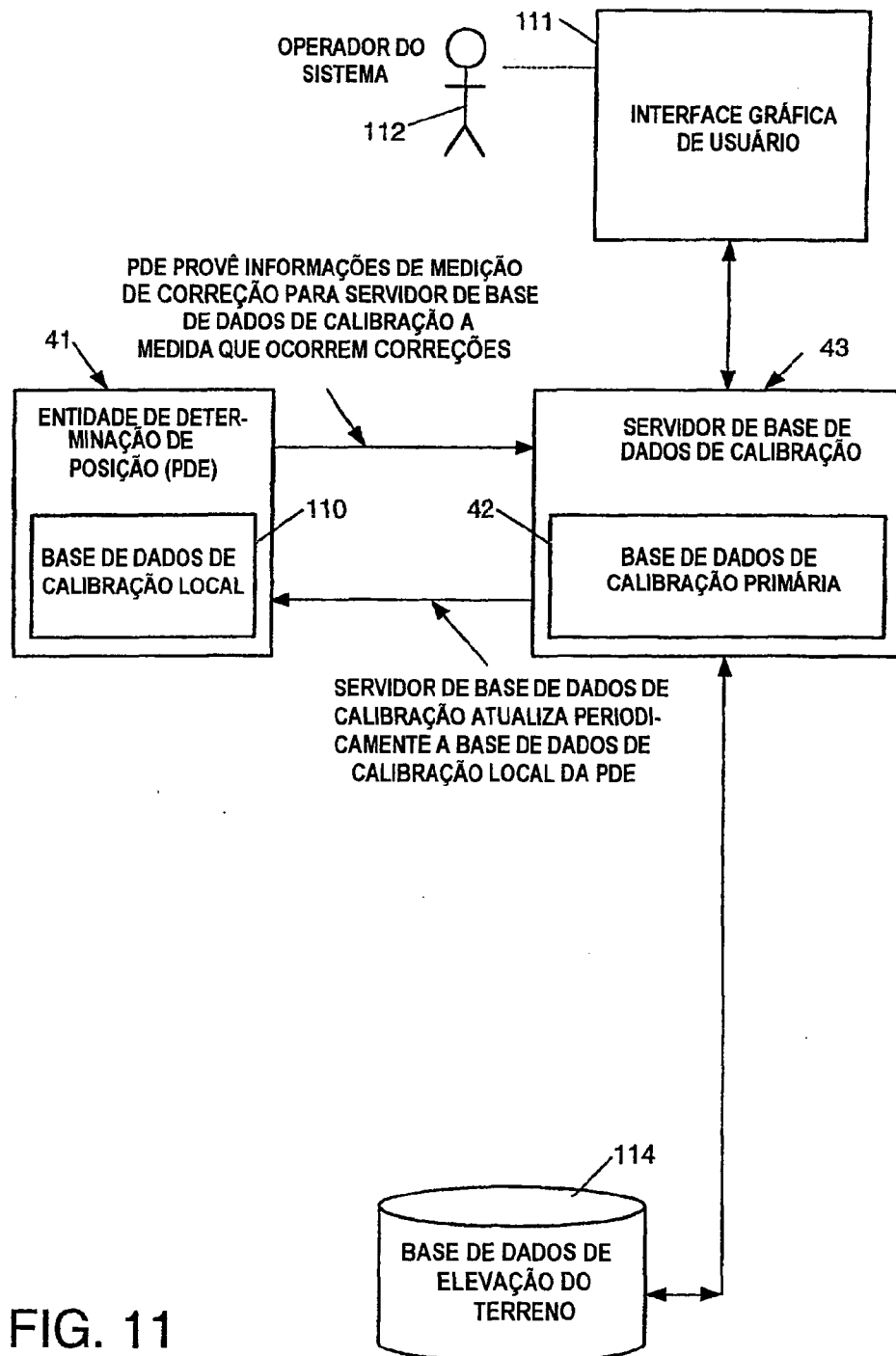


FIG. 11

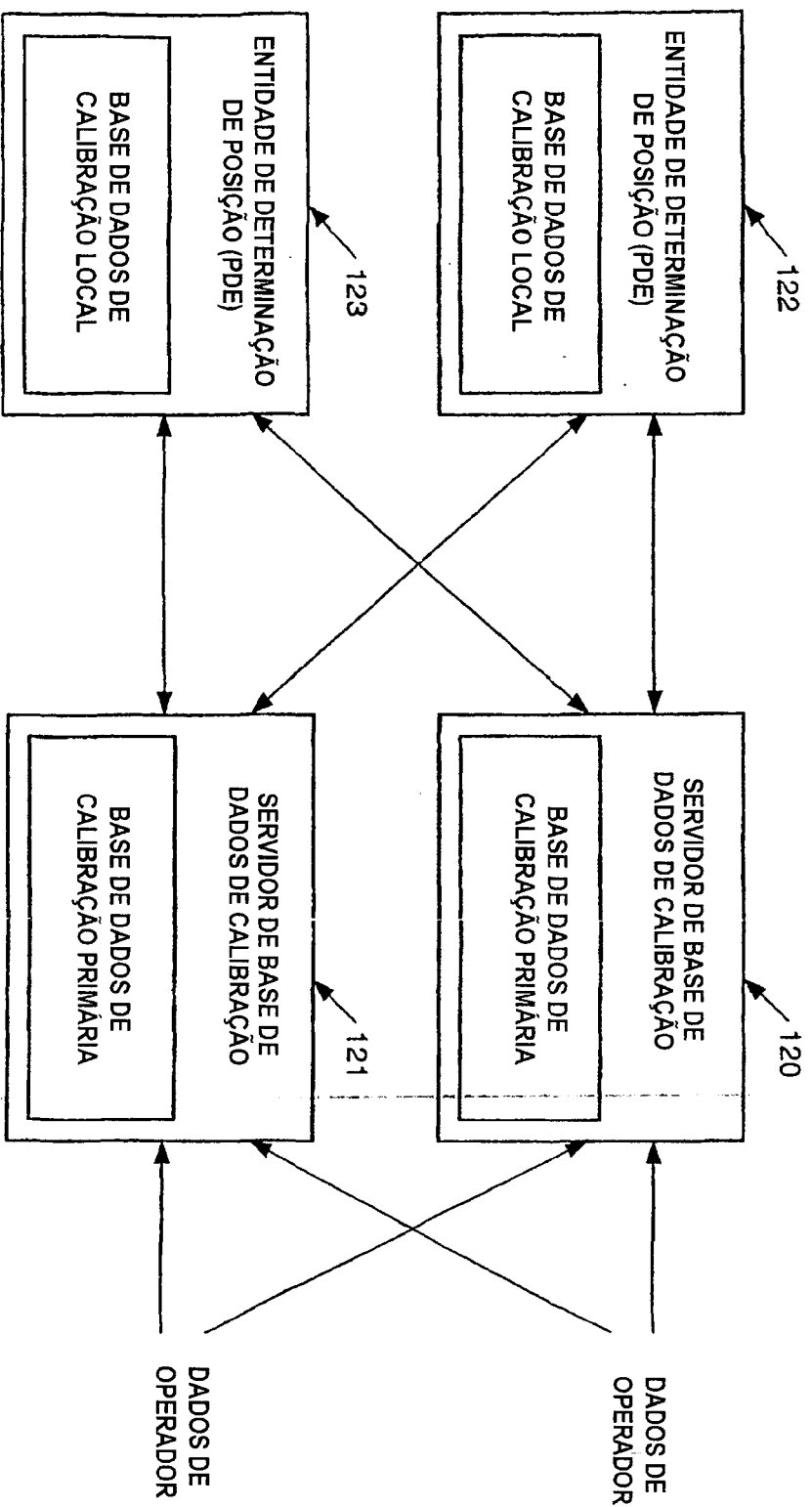


FIG. 12

GRUPOS DE CAMPOS BSA
INFORMAÇÕES DE IDENTIFICAÇÃO DE SETOR DE CÉLULA (NO 15-95: ID DE REDE, ID DE SISTEMA, NÚMERO DE COMUTADOR, ID DE ESTAÇÃO BASE ESTENDIDA, PN ADICIONAL)
NOME DO SETOR PILOTO
POSICÃO DE ANTENA - LATITUDE, LONGITUDE E ALTITUDE (ALTURA ACIMA DO ELIPSOÍDE)
POSICÃO DO CENTROÍDE DO SETOR DE CÉLULA - LATITUDE, LONGITUDE E ALTITUDE (ALTURA ACIMA DO ELIPSOÍDE)
ORIENTAÇÃO DA ANTENA
ABERTURA DA ANTENA
ALCANCE MÁXIMO DA ANTENA (MAR)
ALTURA MÁXIMA DO TERRENO
CALIBRAÇÃO RTD
CALIBRAÇÃO DO LINK DIRETO
REPETIDORA POTENCIAL
INCREMENTO DE PN
PARÂMETROS DE INCERTEZA

FIG. 13

Grupo de campo de base de dados de calibração	Descrição	Metodologia de detecção de problema / Função de servidor de base de dados de calibração utilizando tal parâmetro
Informações de identidade de setor de célula (no IS-95: ID de rede, ID de sistema, número de comutador, ID de estação base estendida, PN adicional)	As informações de identidade constituem a chave para relacionar sinais observados por um aparelho telefônico a informações na base de dados de calibração. As informações de identidade em particular devem ser completas e acuradas e devem estar livres de duplicação ou erros para um bom desempenho na determinação da localização. Uma infra-estrutura celular nova ou modificada, ou mudanças de configuração da infra-estrutura celular, resultam em mudanças de identidade. Tais mudanças são freqüentes.	- marcar todos os casos em que uma identidade observada por um aparelho telefônico não é encontrada na base de dados de calibração. Rastrear tais ocorrências ao longo do tempo. - identificar novos setores adicionados à rede. Avisar ao operador. Gerar uma entrada na base de dados de calibração incluindo a determinação da localização da antena, a identidade observada, os parâmetros de calibração e incerteza calculados automaticamente e os valores padrão. - identificar setores cuja identidade vista pelo aparelho telefônico ou reportada pela infra-estrutura celular tenha mudado devido a uma mudança ou reconfiguração da rede e que não mais está de acordo com a base de dados de calibração. Alterar automaticamente a base de dados de calibração de modo a refletir a nova identidade.

FIG. 14

Grupo de campo de base de dados de calibração	Descrição	Metodologia de detecção de problema / Função de servidor de base de dados de calibração utilizando tal parâmetro
Posição da antena – latitude, longitude e altitude (altura acima do elipsóide)	Para medições de distância terrestres, posição da antena auxilia a PDE a resolver as identidades do setor de referência e setor de medição e é a localização a partir de onde se originam as medições de alcance. Os erros de posição de antena se traduzem em erros de distância terrestre. A posição da antena é também essencial para a geração de uma “estimativa de posição inicial” que é usada para gerar informações de auxílio por GPS.	- identificar posições de antena de setor da base de dados de calibração que não sejam consistentes com a posição medida. Isto pode resultar de células móveis (COWs e COLTs) ou de erros tipográficos da base de dados de calibração. Avisar ao operador. Caso assim configurado, corrigir automaticamente.

FIG. 15

Grupo de campo de base de dados de calibração	Descrição	Metodologia de detecção de problema / Função de servidor de base de dados de calibração utilizando tal parâmetro
Posição do centróide do setor de célula - latitude, longitude e altitude (altura acima do elipsóide)	A posição do centróide do setor é retornada como o resultado quando os métodos de determinação de localização mais acurados falham. Além disso, a posição do centróide do setor é também essencial para a geração de uma "estimativa de posição inicial", a qual é usada para gerar informações de auxílio por GPS. O centróide do setor de célula é um dos parâmetros que auxilia a PDE a compreender a área de cobertura do setor. O conhecimento da área de cobertura do setor é chave para relacionar com sucesso os sinais terrestres observados com uma entrada na base de dados de calibração	- mapear a área de cobertura do setor e portanto a melhor posição do centróide do setor de célula ao longo do tempo. Atualizar a base de dados de calibração conforme necessário.

FIG. 16

Grupo de campo de base de dados de calibração	Descrição	Metodologia de detecção de problema / Função de servidor de base de dados de calibração utilizando tal parâmetro
Orientação da antena	A direção da antena do setor de célula é apontada. A orientação da antena é amiúde usada para determinar a área de cobertura aproximada do setor e a posição do centróide do setor por meio de ferramentas off-line	- mapear a área de cobertura do setor e portanto a orientação de antena ideal ao longo do tempo. Atualizar a base de dados de calibração conforme a necessidade.
Abertura da antena	A abertura da antena (largura do feixe) é amiúde usada para determinar a área de cobertura aproximada do setor e a posição do centro do setor por meio de ferramentas off-line.	- mapear a área de cobertura do setor e portanto a abertura de antena ideal ao longo do tempo. Atualizar a base de dados de calibração conforme a necessidade.
Alcance máximo da antena (MAR)	O alcance máximo da antena é o parâmetro chave usado pela PDE para quantificar a área de cobertura do setor. O conhecimento da área de cobertura do setor é chave para relacionar com sucesso o sinal terrestre observado com uma entrada na base de dados de calibração	- mapear a área de cobertura do setor e portanto o MAR ideal ao longo do tempo. Atualizar a base de dados de calibração conforme a necessidade.

FIG. 17

Grupo de campo de base de dados de calibração	Descrição	Metodologia de detecção de problema / Função de servidor de base de dados de calibração utilizando tal parâmetro
Altura média do terreno	A altura média do terreno é necessária com o AFLT pois sem uma restrição de altura as correções AFLT poderiam variar demais. Além disso, o conhecimento da altura permite que umas poucas medições se originem de uma medição de alcance, o que pode melhorar em muito a disponibilidade de localização de correções.	- gerar altura média de terreno usando uma base de dados de altitudes - acompanhar as alturas enviadas a partir de correções de localização com baixas incertezas. Corrigir a altura média do terreno na base de dados de calibração conforme a necessidade e ajustar automaticamente o desvio padrão do terreno de modo a refletir a distribuição de correções reais.

FIG. 18

Grupo de campo de base de dados de calibração	Descrição	Metodologia de detecção de problema / Função de servidor de base de dados de calibração utilizando tal parâmetro
Calibração RTD	A calibração RTD se destina especificamente a melhorar a precisão das medições de alcance AFLT do link reverso	- melhorar automaticamente a calibração RTD e a precisão da calibração RTD ao longo do tempo usando medições reais de usuários.
Calibração do link direto	A calibração do link direto se destina especificamente a melhorar a precisão de medições de alcance AFLT terrestre do link direto nos sistemas CDMA IS-95. Os erros de calibração do link direto se traduzem em erros de medição de alcance AFLT o que se traduz em erros de correção.	- melhorar automaticamente a calibração do link direto e da precisão da calibração do link direto ao longo do tempo usando medições reais de usuários.

FIG. 19

Grupo de campo de base de dados de calibração	Descrição	Metodologia de detecção de problema / Função de servidor de base de dados de calibração utilizando tal parâmetro
Repetidora potencial	Caso seja usada uma repetidora e a PDE não está informado sobre ela, as medições de alcance AFLT podem estar completamente erradas e o algoritmo AFLT se torna instável. Por tal razão, qualquer identidade de setor junto a uma repetidora usada deve ser percebida na base de dados de calibração.	- detectar a presença de uma repetidora não percebida; efetuar correções apropriadas na base de dados de calibração. - acompanhar quão freqüentemente cada repetidora percebida é observada; remover o flag de uso de repetidora ou avisar a um operador caso se acredite que uma repetidora não exista.
Incremento de PN	O incremento de PN auxilia PDE a resolver corretamente os números de deslocamento de PN de estações base distantes. Uma vez que ele é de tão fácil conhecimento, não existe qualquer razão para não incluí-lo.	- detectar inconsistência do incremento de PN entre o que é observado pelo ar e o que está na base de dados de calibração; caso inconsistente, corrigir.

FIG. 20

Grupo de campo de base de dados de calibração	Descrição	Metodologia de detecção de problema / Função de servidor de base de dados de calibração utilizando tal parâmetro
Parâmetros de incerteza	Os parâmetros de incerteza, tais como "precisão de localização da antena", "desvio padrão de altura de terreno", "precisão de calibração RTD" e "precisão FLC" concedem limites para seus respectivos parâmetros da base de dados de calibração e permitem a PDE montar uma incerteza geral quanto às medições de alcance que usam tais parâmetros e portanto uma estimativa de erro para a correção de posição final.	- quando estão disponíveis correções de localização finais altamente acuradas, utilizar tal conhecimento para avaliar a incerteza das medições de alcance terrestres observadas em tais correções; alocar tal incerteza para os parâmetros de incerteza que foram usados para montar cada alcance; atualizar automaticamente os parâmetros de incerteza uma vez que exista um número suficiente de amostras para estabelecer a confiança nos novos valores. Acompanhar as mudanças ao longo do tempo, efetuando atualizações conforme a necessidade.

FIG. 21

MÉTODOS DE DETECÇÃO DE PROBLEMAS QUE USAM UMA ESTIMATIVA DA POSIÇÃO DO APARELHO CELULAR
POSICIONAMENTO INVERSO DE SETOR DE ANTENA
CALIBRAÇÃO DO LINK DIRETO E CALIBRAÇÃO RTD
RESOLVER IDENTIDADE INCORRETA DE SETOR NA PDE
DETECTAR A PRESENÇA DE REPETIDORAS
DETECTAR SETORES NOVOS OU MOVIDOS
DETERMINAR PARÂMETROS DE INCERTEZA
PROVER MAPAS DE COBERTURA CELULAR E INFORMAÇÕES DE DIAGNÓSTICO
PROVER RESPOSTA PARA USUÁRIOS SOBRE O SISTEMA CELULAR OU DESEMPENHO DE LOCALIZAÇÃO

FIG. 22

RESUMO

"CRIAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE ALMANAQUE DE ESTAÇÃO BASE EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO POSSUINDO UMA CAPACIDADE DE LOCALIZAÇÃO DE POSIÇÃO"

5 Em um sistema de comunicação móvel sem fio possuindo um serviço de determinação de posição, informações de estação base são armazenadas em um almanaque de estação base. Em adição às informações de posição da antena da estação base, de calibração do retardo de link
10 direto e de identificação da estação base, um registro de almanaque de estação base inclui a localização central da área de cobertura do setor da estação base, o alcance máximo da antena da estação base, a altitude média do terreno sobre a área de cobertura do setor, o desvio padrão
15 de altitude do terreno sobre a área de cobertura do setor, informações de calibração do retardo de ida e volta (RTD), informações sobre repetidoras, incrementos de ruído pseudo-aleatório (PN), incerteza na posição da antena da estação base, incerteza na calibração do retardo de link direto e
20 incerteza na calibração do retardo de ida e volta.