



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

(11) PI 0309162-7 B1

(22) Data do Depósito: 09/04/2003

(45) Data de Concessão: 03/01/2017



(54) Título: MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA CALCULAR UMA MEDIDA DE DISTÂNCIA REPRESENTATIVA A PARTIR DE UM SINAL DE MULTIPERCURSO COMPREENDENDO MÚLTIPLOS TEMPOS DE CHEGADA

(51) Int.Cl.: H04W 64/00; G01S 19/27; G01S 5/00; G01S 5/02; G01S 5/14

(30) Prioridade Unionista: 10/04/2002 US 10/120,329

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED

(72) Inventor(es): ROLAND R. RICK; JEREMY M. STEIN; MESSAY AMERGA; IVAN JESUS FERNANDEZ COBATON; BORISLAV RISTIC; ASHOK BHATIA

**MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA CALCULAR UMA MEDIDA DE DISTÂNCIA
REPRESENTATIVA A PARTIR DE UM SINAL DE MULTIPERCURSO
COMPREENDENDO MÚLTIPLOS TEMPOS DE CHEGADA**

HISTÓRICO DA INVENÇÃO

5 Campo da Invenção

Esta invenção relaciona-se a sistemas de localização de posição que utilizam sinais sem fio para determinar a localização de um dispositivo eletrônico.

Descrição da Técnica Relacionada

10 As tecnologias de localização de posição existentes baseadas no GPS utilizam uma rede de satélites na órbita da terra que transmite sinais em um momento conhecido. Um receptor GPS na terra mede o tempo de chegada dos sinais a partir de cada satélite no céu que pode "ver".
15 O tempo de chegada do sinal junto com a localização exata dos satélites e o tempo exato que o sinal foi transmitido a partir de cada satélite é utilizado para triangular a posição do receptor GPS. Um receptor GPS requer quatro satélites para fazer uma triangulação e o desempenho da
20 localização de posição resultante aumenta bem como aumenta o número de satélites que podem ser detectados.

Foi sugerido utilizar a rede existente de estações base celulares para localizar a posição, de uma maneira semelhante ao GPS. Falando teoricamente, a
25 localização exata de cada estação base, o tempo exato no qual a estação base está transmitindo e o tempo de chegada do sinal da estação base em uma estação móvel (por exemplo telefone celular) pode ser utilizado para triangular a posição da estação móvel. Esta técnica é chamada como
30 triangulação de link direto avançado ("AFLT" - Advanced Forward Link Trilateration). Um problema crítico enfrentado pela estação móvel é medir o tempo de chegada dos sinais

que ela está recebendo a partir de cada estação base. O método mais simples de fazer isto seria fazer uma única medida do tempo de chegada para cada sinal. Em um exemplo, uma única medida consiste em correlacionar o sinal recebido
5 com uma cópia gerada localmente do sinal transmitido, e buscar pelo pico desta correlação. A meta é medir o tempo de chegada do percurso de chegada mais antigo (earliest) proveniente da estação base.

Na prática, foi provada a dificuldade de
10 implementar um sistema AFLT que possa determinar acuradamente a posição de uma estação móvel. Medir o tempo de chegada, que é crítico ao processo AFLT, é difícil em um ambiente que não seja de linha de visada e/ou de desvanecimento dinâmico em que múltiplos percursos
15 provenientes do mesmo transmissor estão desvanecendo de modo imprevisível dentro e fora. Como exemplo, caso a estação móvel esteja atrás de uma obstrução, o sinal proveniente da estação base pode refletir uma, ou duas, ou mais vezes ao longo de múltiplos percursos antes de ser
20 recebido pela estação móvel. O sinal também pode passar diretamente através do edifício, mas pode ser recebido como um sinal muito fraco quando comparado ao(s) sinal(is) refletido(s) mais forte(s).

Devido, em parte, aos satélites que ficam
25 localizados no céu em vez de na terra, um sistema GPS não pretende operar em ambientes de desvanecimento dinâmico e/ou que não sejam de linha de visada. Tipicamente, um receptor GPS faz uma única medida de cada satélite, ou às vezes pode fazer múltiplas medidas com comprimentos de
30 integração dinâmicos para determinar os parâmetros de integração corretos para centrar a faixa dinâmica do processador de ponto fixo disponível ao redor da intensidade de sinal recebida. Uma tal abordagem não é adequada em um ambiente AFLT, em que múltiplos percursos

provenientes do mesmo transmissor estão desvanecendo de modo imprevisível dentro e fora.

RESUMO DA INVENÇÃO

Um método e um equipamento são descritos neste
5 relatório para calcular uma medida representativa a partir de uma série de medidas substancialmente independentes estatisticamente de sinais provenientes de uma ou mais estações base celulares. O método e o equipamento podem ser utilizados para calcular medidas representativas a partir
10 de múltiplas medidas independentes de sinais provenientes das estações base celulares, facilitando assim a utilização efetiva de uma rede celular para determinar a posição de uma estação móvel mesmo em ambientes que não sejam de linha de visada e/ou de desvanecimento dinâmico. O método pode
15 ser utilizado por si só em um algoritmo AFLT; alternativamente, para aumentar o desempenho de um sistema GPS, a rede existente de estações base celulares pode ser tratada como uma rede secundária de satélites para propósitos de localização de posição. A técnica AFLT,
20 combinada com GPS, é chamada de GPS/AFLT híbrido.

Um método para calcular uma medida representativa a partir de uma pluralidade de medidas de dados substancialmente independentes provenientes de uma estação base celular, cada uma das medidas de dados incluindo uma
25 estimativa de tempo de chegada mais antiga, compreende determinar uma janela de tempo, selecionar medidas de dados dentro da janela e calcular um tempo de chegada representativo responsivo às medidas de dados selecionadas. Em algumas modalidades a etapa de calcular o tempo de
30 chegada representativo compreende calcular a média de todas as estimativas de tempo de chegada que caem dentro da janela. O método para determinar uma janela de tempo pode incluir identificar uma medida de dados mais antiga das estimativas de tempo de chegada, e aplicar uma janela de

tempo depois da medida de dados mais antigo. A janela de tempo pode ter um comprimento predeterminado. Modalidades alternativas são descritas nas quais o método para determinar uma janela de tempo inclui deslizar uma janela de tempo pelas medidas de dados, calcular uma estimativa de tempo de chegada proposta para cada janela, e selecionar uma das janelas para prover a medida representativa responsiva às estimativas de tempo de chegada propostas.

Em algumas modalidades a pluralidade de medidas de dados inclui adicionalmente uma estimativa RMSE para cada tempo de chegada, e em tais modalidades a etapa de calcular uma medida representativa compreende calcular uma medida RMSE representativa responsiva às estimativas RMSE dentro da janela. Além disso, em algumas modalidades as medidas de dados incluem adicionalmente um tempo de medida para cada estimativa de tempo de chegada e o método para calcular a medida representativa compreende melhorar por envelhecimento (aging) as medidas de dados responsivas ao tempo de medida.

Um método também é descrito para determinar um valor de energia total para todos os percursos de sinal piloto, e prover uma medida representativa da energia do sinal responsivo ao valor de energia total.

Em alguma modalidade as medidas de dados são armazenadas em um banco de dados em uma estação móvel, e com cada nova medida de dados, o banco de dados é atualizado para incluir a nova medida. As medidas representativas são calculadas utilizando as medidas de dados armazenadas no banco de dados atualizado.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Para um entendimento mais completo desta invenção, é realizado neste momento referência à seguinte descrição detalhada das modalidades como ilustrado nos desenhos anexos, em que:

A Figura 1 é uma vista perspectiva de uma pluralidade de estações base celulares, satélites GPS e um usuário que segura uma estação móvel tal como um telefone celular;

5 A Figura 2 é uma vista perspectiva de um usuário que segura uma estação móvel em um ambiente de multipercurso, ilustrando os diferentes comprimentos de percurso de três percursos provenientes da mesma estação celular;

10 A Figura 3 é um diagrama de blocos de uma modalidade de uma estação móvel que incorpora sistemas de comunicação celular e GPS, um banco de dados que mantém medidas de dados e sistemas AFLT e GPS;

15 A Figura 4 é um fluxograma de operações para determinar a posição de uma estação móvel;

 A Figura 5 é um fluxograma de operações para obter uma medida representativa proveniente de uma pluralidade de medidas de dados para cada sinal piloto;

20 A Figura 6 é um diagrama de uma modalidade de um banco de dados PPM 38 que armazena uma pluralidade de medidas de dados para cada sinal piloto;

 A Figura 7 é um fluxograma de operações em uma modalidade para calcular as medidas representativas responsivas às medidas de dados;

25 A Figura 8 é um fluxograma de um método de atualização de banco de dados para remover medidas de dados; e

30 As Figuras 9A e 9B mostram um fluxograma de operações em uma modalidade para atualizar o banco de dados.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Visão Geral

Um método e um equipamento são descritos para medir o tempo de chegada do multipercurso de chegada mais antigo para tomar ou adquirir (take) repetidamente medidas de dados provenientes de um grupo de sinais piloto e armazenar uma pluralidade de medidas de dados estatisticamente independentes para cada sinal piloto. Em uma modalidade descrita, as medidas de dados são suficientemente espaçadas no tempo tal que as quantidades detectadas (por exemplo energias) dos vários multipercursos recebidos são substancialmente independentes estatisticamente durante cada ciclo subsequente de dados adquiridos. Vantajosamente, o multipercurso mais antigo que poderia não ter sido detectado durante alguns ciclos de medida de dados devido ao desvanecimento será mais provavelmente detectado durante outros ciclos de medida de dados. Em modalidades alternativas, as medidas são feitas a partir de duas ou mais antenas recebidas diferentes, ou medidas são feitas de sinais a partir de duas ou mais antenas transmissoras diferentes ou qualquer combinação de tais.

Depois de fazer estas medidas repetidas e as armazenar em um banco de dados, o problema torna-se computar uma única medida representativa para o tempo de chegada do multipercurso mais antigo. Um método simples é escolher a mais antiga de todas as medidas no banco de dados. Porém, esta abordagem pode não ser acurada; por exemplo quando houver um percurso de linha de visada para a estação base, todas as medidas no banco de dados consistem em medidas do mesmo percurso recebido mais ruído. Escolher a mais antiga lhe dá um resultado cujo valor esperado é mais antigo ao percurso recebido, causando um erro. Um segundo método simples é calcular a média todas as medidas

no banco de dados; porém o problema com isto é que quando há dois ou mais percursos que a média ocorre um tempo de chegada entre os dois ou mais percursos em lugar do tempo de chegada do percurso mais antigo. Para atender os

5 problemas causados por múltiplos percursos, uma meta da computação de medida representativa é calcular a média de medidas de dados o suficiente para chegar a um resultado substancialmente imparcial quando as medidas individuais forem do mesmo percurso recebido. Cada medida individual

10 possui uma estimativa associada do erro médio quadrático (RMSE - Root Mean Squared Error). O conceito geral é ordenar todas as medidas individuais no tempo. Para evitar incluir medidas de dados provenientes de outro percurso nos cálculos, é definida uma janela de tempo, e apenas medidas

15 de dados dentro desta janela são utilizadas para calcular a medida representativa. Em uma modalidade, para cada único tempo de chegada possível, são utilizadas todas as medidas dentro de uma certa janela de tempo para computar uma métrica para aquele tempo de chegada. A métrica é computada

20 com base nos tempos de chegada e no RMSE. O tempo de chegada é computado com base em uma fórmula para a janela com a métrica mínima. Em uma modalidade descrita, o tempo de chegada representativo para cada identidade de piloto no banco de dados é computada ao buscar a medida mais antiga

25 no banco de dados, e calcular a média do tempo de chegada para todas as medidas dentro de uma janela predeterminada de tempo a partir da medida mais antiga. Em geral, independentemente das especificidades da computação da métrica e do tempo de chegada, o método descrito neste

30 relatório calcula a média efetivamente da maioria das medidas dentro de uma janela estreita das medidas mais antigas no banco de dados, enquanto exclui medidas maiores que algum limite longe da medida mais antiga no banco de dados. Há muitas variações do método de computar a métrica

para cada janela e para computar o tempo de chegada para a janela com a métrica mínima.

Esta invenção é descrita na descrição seguinte com referência às Figuras, nas quais referências numéricas
5 semelhantes representam os mesmos ou elementos semelhantes.

Glossário de Termos e Abreviaturas

Os seguintes termos e abreviaturas são utilizados ao longo da descrição detalhada:

AFLT: triangulação de link direto avançado.

10 *CDMA*: acesso múltiplo por divisão de código (Code Division Multiple Access).

GPS: sistema de posicionamento global (Global Positioning System).

15 *GSM*: sistema global para comunicações móveis (Global System for Mobile Communications).

Estação Móvel: Um dispositivo portátil, tal como um telefone celular, tipicamente levado por um usuário cuja localização será determinada.

20 *Sinal Piloto*: Um sinal, tipicamente uma seqüência pseudo aleatória, emitida por uma estação celular com a finalidade de estabelecer comunicação com dispositivos remotos. Embora o termo "piloto" seja utilizado freqüentemente no contexto de sistemas celulares CDMA, este termo também se aplica amplamente a todos os outros
25 sistemas de comunicação celulares.

Estimativa RMSE: erro médio quadrático (Root Mean Squared Error).

TOA: tempo de chegada (Time of Arrival).

30 *PPM*: medida de fase de piloto (Pilot Phase Measurement).

Tabela de Variáveis

A seguir é apresentada uma tabela que define algumas das variáveis discutidas neste relatório:

<u>Parâmetro</u>	<u>Descrição</u>
D_p	Número máximo de identidades de piloto armazenadas no PPM DB.
D_m	Número máximo de medidas armazenadas por PN.
N_t	Número máximo de vezes que uma busca por piloto torna-se vazia antes de ajustar as estimativas RMSE de todas as medidas de dados o $RMSE_{MÁX}$.
N_f	Parâmetro utilizado para computar os coeficientes dos filtros IIR de tipos 1-entrada $(N-1)/N$ empregados para estimar a E_c/I_o do piloto.
$RMSE_{MÁX}$	RMSE máximo que pode ser armazenado no PPM DB.
N_a	Comprimento de janela utilizada para selecionar quais medidas de dados deveriam ser utilizadas para computar o tempo de chegada.
T_{AGE}	Retardo antes da melhoria por envelhecimento RMSE de medidas.
$T_{MÁX}$	Tempo máximo que uma medida válida está no banco de dados PPM.

Descrição

A Figura 1 é uma vista perspectiva de uma pluralidade de estações base celulares mostrada coletivamente em 10, satélites GPS mostrados coletivamente em 12, e um usuário 14 que segura uma estação móvel 16 tal como um telefone celular. As estações base celulares compreendem qualquer coleção de estações base celulares utilizadas como parte de uma rede de comunicação para conexão com a estação móvel. As estações base celulares provêem tipicamente serviços de comunicação que permitem a um usuário de um telefone celular conectar outro telefone

através de uma rede de comunicação 18; porém as estações base celulares também poderiam ser utilizadas com outros dispositivos e/ou para outros propósitos de comunicação tais como uma conexão de Internet com organizador pessoal digital (PDA - Personal Digital Assistant) portátil. Em uma modalidade, as estações base celulares 10 são parte de uma rede de comunicação CDMA; entretanto em outras modalidades podem ser utilizados outros tipos de redes de comunicação, tais como redes GSM. Cada uma das estações celulares emite periodicamente uma seqüência pseudo aleatória que identifica exclusivamente a estação celular. A seqüência pseudo aleatória é uma série de bits que são úteis para o receptor para travar. No linguajar CDMA esta seqüência pseudo aleatória é denominada como "sinal piloto"; como utilizado neste relatório, o termo sinal piloto pode ser aplicado a qualquer sistema celular bem como a sistemas CDMA.

Os satélites GPS compreendem qualquer grupo de satélites utilizados para posicionamento de um receptor GPS. Os satélites enviam periodicamente sinais de rádio que o receptor GPS pode detectar, e o receptor GPS mede a quantidade de tempo que o sinal de rádio leva para mover-se a partir do satélite para o receptor. Uma vez que a velocidade à qual os sinais de rádio movem-se é conhecida, e os satélites são sincronizados para emitir periodicamente seus sinais a cada milissegundo coincidente com "tempo GPS"; então é possível determinar o quão distante os sinais moveram-se mediante determinação de quanto tempo levou para que eles chegassem. A um usuário situado em espaço aberto, o receptor GPS possui tipicamente uma visão desobstruída dos satélites. Assim quando o usuário está no espaço aberto, medindo o tempo de chegada do sinal GPS é direto porque é tipicamente uma "linha de visada" direta a partir do satélite para o receptor. Porém, no contexto celular, um usuário pode ser situado em uma cidade com edifícios ou

outros obstáculos que bloqueiam a linha de visada direta e/ou refletem o mesmo sinal múltiplas vezes ao longo de múltiplos percursos, e em um tal exemplo o(s) sinal(is) refletido(s) pode ser o(s) único(s) sinal(s) detectável(is).

A Figura 2 é uma vista perspectiva de um usuário 14 que segura uma estação móvel 16 tal como um telefone celular em um ambiente de multipercurso. A Figura 2 ilustra o problema de multipercurso ocorrido quando o sinal a partir da estação base celular 10a possui múltiplos percursos para a estação móvel 16. Particularmente, um sinal direto 20 passa por uma primeira obstrução 21, tal como um edifício, e é atenuado em alguma quantidade. Um primeiro sinal refletido 22 reflete a partir de um segundo obstáculo 23 antes de ser recebido pela estação móvel 16. Um segundo sinal refletido 24 reflete a partir de um terceiro obstáculo 25 antes de ser recebido pela estação móvel 16. A Figura 2 é simplificada por propósitos de ilustração, e deve ficar claro que outros percursos podem existir, e que em alguns ambientes o sinal pode refletir não apenas uma vez, mas duas, três ou mais vezes antes de ser recebido pela estação móvel 16. Além disso, devido à atenuação do sinal direto 20 conforme ele atravessa a primeira obstrução 21, um ou ambos dos sinais refletidos 22 e 24 podem ser significativamente maiores em amplitude que o sinal direto 20.

A quantidade de tempo necessária para cada sinal emitido a partir da estação base 10a percorrer para a estação móvel 16 depende da distância que cada sinal percorre. Como cada um dos sinais 20, 22 e 24 são emitidos a partir da estação base celular 10a ao mesmo tempo, a quantidade de diferença de tempo entre os sinais recebidos é dependente da diferença na distância. Caso a quantidade do tempo para o sinal direto 20 percorrer para a estação móvel 16 seja t_0 , a quantidade de tempo para o primeiro

5 sinal refletido 22 percorrer para a estação móvel é $t_0 + \Delta t_1$, e a quantidade de tempo para o segundo sinal refletido 24 de percorrer para a estação móvel é $t_0 + \Delta t_2$. O desafio para um sistema AFLT é determinar o sinal de chegada mais antigo, que corresponde esperançosamente ao t_0 , o tempo de chegada do sinal direto 20.

10 A Figura 3 é um diagrama de blocos de uma modalidade de uma estação móvel que incorpora sistemas de comunicação celular e GPS, e inclui sistemas para AFLT como descrito neste relatório. Esta modalidade utiliza ambos o GPS e/ou AFLT para determinar a posição; porém em modalidades alternativas a AFLT pode ser utilizada sozinha. A Figura 3 mostra um sistema de comunicação celular 30 conectado a uma ou mais antenas 31. O sistema de comunicação celular compreende dispositivos, hardware e software adequados para comunicação com e/ou detecção de sinais a partir das estações base celulares. O sistema de comunicação celular 30 é conectado a um sistema de controle de estação móvel 32, que inclui tipicamente um microprocessador que provê funções de processo padrão, bem como outro cálculo e sistemas de controle. Um sistema de cálculo de posição 33, conectado ao sistema de controle de estação móvel 32, requisita informações e operações como apropriado a partir dos outros sistemas, e executa os cálculos necessários para determinar a posição utilizando qualquer algoritmo AFLT adequado, algoritmo GPS, ou uma combinação de algoritmos AFLT e GPS ("AFLT/GPS híbrido").

25 Em uma modalidade, o sistema de comunicação celular 30 compreende um sistema de comunicação CDMA adequado para comunicação com uma rede CDMA de estações base; porém em outras modalidades, o sistema de comunicação celular pode compreender outro tipo de rede tal como GSM. Um sistema de comunicação GPS 34, que compreende qualquer hardware e software adequado para receber e processar

5 sinais GPS, também é conectado ao sistema de controle de
estação móvel 32. A entrada de usuário é provida através de
uma interface de usuário 36 que inclui tipicamente um
teclado. A interface de usuário inclui uma combinação de
microfone/alto-falante para serviços de comunicação de voz
utilizando o sistema de comunicação celular. Um display 37
compreende qualquer display adequado, tal como um display
LCD backlit. Um banco de dados PPM 38, conectado ao sistema
de controle 32, é provido para armazenar informações
10 relacionadas às medidas de dados observadas para uma
pluralidade de sinais piloto. Um exemplo do banco de dados
é mostrado na Figura 6 e discutido com referência ao mesmo.
Cada sinal piloto é identificado exclusivamente no banco de
dados por uma identidade de piloto. Um sistema de cálculo
15 de medida representativo 39 é conectado ao sistema de
controle e ao banco de dados para calcular as medidas
representativas para cada identidade de piloto responsiva à
pluralidade de medidas de dados armazenada no banco de
dados, que é descrita em detalhes com referência à Figura
20 5. Em uma modalidade, as medidas representativas incluem um
tempo mais antigo de estimativa de chegada, uma estimativa
RMSE para a estimativa de tempo de chegada mais antigo, e
uma estimativa E_c/I_o para todos os percursos resolvíveis de
cada sinal piloto.

25 A Figura 4 é um fluxograma de operações para
determinar a posição da estação móvel utilizando um cálculo
de medida representativo. No bloco 41, é obtida uma lista
de busca de vizinhos de estação base celulares. A lista de
busca de celulares será utilizada para buscar pelos sinais
30 piloto provenientes das estações celulares na lista, e
também pode incluir informações úteis para encontrar os
sinais piloto das estações na lista.

A lista de busca de celulares pode ser obtida em
uma variedade de formas; em uma modalidade simples, a lista
35 de busca de celular inclui todos os sinais piloto possíveis

em um sistema celular; entretanto, buscar todos os sinais piloto possíveis pode consumir uma quantidade de tempo indesejável. Em uma modalidade, para economizar tempo, uma estação base celular local comunicando-se com a estação móvel pode prover a lista de busca de celular para a estação móvel. Claro que, presume-se que a estação móvel pode estabelecer comunicação com a estação base celular local (ou a comunicação já foi estabelecida). Alternativamente, tal como no evento em que a comunicação não pode ser estabelecida com qualquer estação base celular, a estação móvel pode simplesmente identificar uma estação base celular local, e a seguir utilizar um almanaque armazenado na mesma para determinar uma lista de busca de celular. Uma lista de busca de celular pode ser inferida a partir da atividade recente, ou uma lista de busca padrão pode ser utilizada. Como exemplo uma lista de busca de celular pode ser inferida a partir do conhecimento da estação celular mais recente para a qual a estação móvel estava conectada.

No bloco 42, uma pluralidade de medidas de dados estatisticamente independentes são adquiridas dos sinais piloto provenientes de cada estação base celular na lista de busca de celular. Em algumas modalidades, cada medida de dados é armazenada em um banco de dados conforme é adquirido e, caso necessário ou desejável, o banco de dados pode ser atualizado com cada medida nova. Pode ser observado que, mesmo se a intensidade de um sinal piloto for insuficiente para estabelecer comunicação, o sinal piloto ainda pode ter intensidade o bastante para ser detectado e ser capaz de medir o tempo de chegada e outras qualidades.

As medidas de dados são adquiridas de uma tal maneira de modo a serem substancialmente independentes estatisticamente; isto é, cada medida de dados do mesmo sinal piloto será mais provavelmente independente de (por

exemplo substancialmente não correlacionado com) todas as outras medidas de dados adquiridas daquele sinal piloto. A independência estatística pode ser provida ao separar suficientemente as medidas de dados no tempo, no espaço, na
5 frequência ou em qualquer combinação de tais, para prover uma probabilidade elevada de independência entre medidas de dados adquiridas do mesmo sinal piloto. A técnica específica (ou combinação de técnicas) utilizada para atingir independência estatística varia entre as
10 modalidades, dependendo dos objetivos tal como a velocidade e a precisão, e sujeito a restrições tais como de custo, de espaço e limitações de consumo de energia. Além disso, deve ser reconhecido que, sob quaisquer destas técnicas, podem ocorrer condições de canal que tornem as medidas
15 correlacionadas até certo ponto, e conseqüentemente no projeto de um sistema que adquiere medidas independentes, podendo ser feitas suposições sobre qual técnica (ou combinação de técnicas) proverá medidas de dados substancialmente independentes na maior parte do tempo no
20 ambiente esperado.

Uma técnica para atingir independência estatística é fazer uma série de medidas de dados com o passar do tempo, com a diferença de tempo entre medidas sucessivas pelo menos o suficiente para justificar a
25 suposição de independência. Tipicamente, a diferença de tempo entre medidas sucessivas deve ser escolhida tal que as características de desvanecimento do canal mudarão mais provavelmente a partir de uma medida de dados para a próxima. Em um ambiente não de movimento, uma diferença de
30 tempo de pelo menos 20 milissegundos (ms) provê uma amostra independente, sem diferença de tempo máxima, exceto aquelas impostas pelas restrições práticas. Devido às limitações práticas, a diferença de tempo estende-se mais tipicamente entre 100 ms a 2 segundos, e em uma modalidade é
35 aproximadamente 0,5 segundos.

Para propósitos de implementação, deve ser assumido tipicamente que a estação móvel está viajando em baixas velocidades aproximando-se do estado estacionário no qual, teoricamente, o canal não muda; entretanto na prática
5 um canal completamente estático normalmente não é realizável. Pode ser observado que, caso a estação móvel esteja na realidade se movendo, a quantidade de espaçamento de tempo requerida será menor devido à diferença na localização entre medidas sucessivas, e conseqüentemente em
10 um veículo que se movimenta, a diferença de tempo mínima para obter independência é mais curto que para uma estação estacionária.

Outra técnica para atingir independência estatística é fazer medidas independentes a partir de dois
15 locais diferentes no espaço. Em uma tal modalidade, as medidas de dados são adquiridas de duas ou mais antenas (ver bloco 31 na Figura 3) em que a distância mínima entre qualquer das duas antena é maior que metade do comprimento de onda da frequência portadora. Como resultado, as
20 características de desvanecimento são mais provavelmente independentes em cada sinal recebido. Os valores práticos de separação de antena estão geralmente em torno da metade do comprimento de onda da frequência portadora uma vez que normalmente é desejável situar as antenas tão juntas quanto
25 possível.

Ainda outra técnica para atingir independência estatística é fazer medidas de dados em duas ou mais frequências diferentes emitidas a partir da mesma estação base celular. Isto pode ser feito caso as estações
30 celulares na rede difundam os sinais piloto em canais de frequência diferentes. Nesta técnica, a separação de frequência deveria ser pelo menos suficiente para fazer múltiplas medidas independentes mesmo no ambiente de desvanecimento, caso as condições de canal sejam
35 apropriadas para isto, se for o caso. Na maior parte do

tempo os canais de frequência são espaçados por uma largura de banda maior que 1 MHz, e em tais redes a suposição de independência é normalmente acurada.

Novamente, deve ser reconhecido que qualquer
5 combinação da diferença de tempo entre medidas, adquirir medidas provenientes de localizações espaciais diferentes, ou medir múltiplos canais de frequência pode ser utilizada para atingir independência estatística de múltiplas medidas de dados.

10 Em uma modalidade, como será descrito, as múltiplas medidas de dados independentes incluem uma estimativa de tempo de chegada (TOA) mais antigo, uma estimativa RMSE do percurso que provê o TOA mais antigo, e uma estimativa E_c/I_o para todos os percursos resolvíveis do
15 sinal piloto, que será utilizado para atualizar a E_c/I_o para o sinal piloto. As medidas de dados são armazenadas tipicamente em um banco de dados tal como o mostrado na Figura 6 no qual cada sinal piloto é associado a uma pluralidade de medidas de dados relacionadas. Em algumas
20 modalidades, conforme cada nova medida de dados é recebida, o banco de dados é atualizado para incluir a nova medida. Tipicamente, este processo de atualização é continuamente repetido conforme cada nova medida de dados é recebida. Particularmente, as medidas de dados mais antigas e/ou mais
25 confiáveis podem ser substituídas pelas medidas de dados mais recentes. Como parte do processo de atualização, tal como descrito com referência à Figura 8, uma determinação deve ser feita sobre qual das medidas de dados mais antigas devem ser mantidas e/ou modificadas de algum modo. Deve ser
30 observado na modalidade mostrada na Figura 6 que, em vez de armazenar múltiplos valores da energia total (E_c/I_o), apenas um único valor de E_c/I_o é armazenado para cada identidade de piloto. Com cada nova medida de dados, o valor armazenado de E_c/I_o para aquela identidade de piloto
35 é atualizado utilizando um filtro adequado tal como um

filtro IIR de 1 entrada (tap). No bloco 43, as medidas representativas são calculadas para cada estação base celular. Especificamente, uma única medida representativa é calculada para cada estação base celular, responsiva às múltiplas medidas adquiridas durante o ciclo de busca. Um algoritmo de medida representativo é descrito com referência à Figura 7. As medidas representativas para uma modalidade são mostradas juntas com o banco de dados PPM na Figura 6.

10 No bloco 44, é obtida uma lista de busca de satélite GPS. Esta é uma operação opcional, que provê vantajosamente uma lista de busca que pode ser utilizada pelo sistema GPS para buscar satélites e assim reduzir o tempo necessário para localizar satélites suficientes para
15 adquirir uma localidade de posição. A lista de busca GPS inclui informações tais como localização de cada satélite observável no céu, e outras informações que podem ser úteis na localização dos satélites e determinação do tempo de chegada de cada sinal. A lista de busca GPS pode ser obtida
20 de forma semelhante como a lista vizinha no bloco 41, tal como através de comunicação com uma estação celular ou inferida a partir de atividade recente em conjunto com um almanaque que fornece as posições esperadas no céu para cada satélite GPS. Alternativamente, o sistema GPS pode
25 simplesmente buscar o céu inteiro; porém uma tal busca no céu inteiro consome tipicamente pelo menos vários minutos de tempo.

 No bloco 45, as medidas GPS são obtidas de acordo com procedimentos GPS adequados. Em uma modalidade, o
30 sistema de comunicação GPS busca primeiro pelos satélites especificados na lista de satélites visíveis, que podem reduzir significativamente o tempo requerido para obter sinais GPS suficientes.

 No bloco 46, a posição da estação móvel é
35 determinada utilizando as medidas representativas das

estações base celulares e/ou as medidas GPS, como descrito adicionalmente neste relatório em maiores detalhes, utilizando o sistema de cálculo de posição 33. Pode ser útil utilizar ambos os algoritmos AFLT e GPS: por exemplo
5 caso apenas três medidas GPS possam ser obtidas (quatro são requeridas para uma localização GPS acurada), então uma quarta medida pode ser obtida a partir das medidas AFLT representativas. Mesmo caso quatro ou mais medidas GPS possam ser obtidas, as medidas AFLT podem atuar como uma
10 verificação na precisão da localização GPS.

A Figura 5 é um fluxograma de operações para obter medidas representativas utilizando as medidas de dados obtidas durante buscas prévias. A discussão seguinte utiliza a terminologia CDMA e a tecnologia CDMA por fins de
15 ilustração; entretanto, deve ser claro que outros sistemas de comunicação sem fio também podem ser utilizados. Em um sistema CDMA, cada estação base celular transmite um único sinal piloto periódico, que é uma seqüência pseudo aleatória que permite ao receptor travar no piloto e
20 começar a comunicação. Cada sinal piloto possui um deslocamento de seqüência distinta (às vezes chamada de "fase") que a distingue de todas as outras estações celulares da redondeza. Além disso, as estações celulares são todas sincronizadas de forma que cada uma emite seu
25 sinal piloto ao mesmo tempo. Em um sistema CDMA os sinais piloto são repetidos periodicamente a cada 26,7 milissegundos.

No bloco 51, a lista de busca de celular é obtida (como descrita acima no bloco 41, por exemplo) o que
30 economiza tempo ao focalizar esforços de busca naqueles sinais piloto que possuem uma probabilidade razoável de serem utilizáveis.

No bloco 52 medidas de dados independentes são adquiridas dos sinais piloto na lista de busca.
35 Particularmente, conforme cada sinal piloto é detectado, as

medidas de dados são feitas incluindo o tempo de chegada mais antigo, e estes dados são armazenados em um banco de dados. Em uma modalidade, as medidas de dados adquiridas para cada sinal piloto incluem uma estimativa de tempo de chegada (TOA) mais antigo, uma estimativa RMSE para o percurso que corresponde ao TOA mais antigo, um tempo de medida (TOM), e uma medida de energia (E_c/I_o) para todos os percursos que possuem aquele sinal piloto. Deve ser observado que o bloco 52 faz parte de um loop que será executado múltiplas vezes para prover múltiplas medidas de dados. A cada passagem pelo bloco 52, as novas medidas de dados são substancialmente independentes estatisticamente das medidas de dados adquiridas em passagens prévias.

Em uma modalidade, as medidas de dados que entram no banco de dados PPM para cada identidade de piloto indicam se o piloto foi detectado, e se detectado, inclui um tempo de chegada, um RMSE, um tempo de medida, e uma E_c/I_o determinados conforme descrito abaixo. Outras modalidades podem determinar estas quantidades de modos diferentes.

O tempo de chegada em uma modalidade é computada mediante uso da energia do pico e da energia em $\pm 0,5$ chips longe do pico, e interpolação para determinar o valor do pico à resolução disponível. A técnica de interpolação utiliza um polinômio de segunda ordem e ajusta a curva às três amostras do pico retornadas pelo hardware. O polinômio é dado por:

$$y(x) = ax^2 + bx + c$$

em que x é o valor de referência para a amostra central retornada pelo hardware. Dado isto, as soluções para a , b e c são:

$$a = 2y(0,5) + 2y(-0,5) - 4y(0)$$

$$b = y(0,5) - y(-0,5)$$

$$c = y(0)$$

A posição de pico interpolada é, por sua vez, dada por $-b/2a$ relativo ao pico retornado pelo hardware.

A métrica RMSE indica o E_c/I_o do percurso individual cuja fase está sendo informada. Em uma
5 modalidade a estimativa RMSE é computada utilizando a seguinte fórmula linear:

$$RMSE = \frac{0,2}{\frac{E_c}{I_o}} + 10$$

O mínimo e o máximo desejado de valores RMSE informados são 10 e 223, respectivamente. Isto permitirá
10 que a estação móvel informe os valores E_c/I_o de -4dB a -30dB. O resultado é um RMSE que decai exponencialmente versus E_c/I_o em dB. Utilizando a fórmula condicional média para converter a saída de buscador para E_c/I_o , a estação móvel em uma modalidade pode computar o RMSE mediante uso
15 da seguinte fórmula.

$$RMSE = \frac{G^2 MN^2}{5 \times (y - G^2 MN)} + 10$$

em que y é a saída de buscador bruta, G^2 é um fator de escalamento de 9/2048 devido ao truncamento e saturação, N é o número de chips acumulado coerentemente e
20 M é o número de varreduras não coerentes. Em uma modalidade a MS trunca o RMSE em uma quantidade de 8 bits sem sinal com valores que variam de 10 a 223. Sob esta restrição, a computação na MS pode ser dada como:

$$RMSE = \begin{cases} 10 & y > 0,4G^2MN^2 + G^2MN \\ 223 & y \leq \frac{G^2MN^2}{1065} + G^2MN \\ \frac{G^2MN^2}{5 \times (y - G^2MN)} + 10 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

25 A métrica E_c/I_o indica a E_c/I_o total de todos os percursos resolvíveis para um determinado PN. Em uma

modalidade um percurso resolvível é definido como qualquer pico acima do piso (floor) de ruído para os dados parâmetros de busca e dentro de um número predeterminado (W_a) de chips do pico mais forte. A E_c/I_o total pode ser
 5 computada utilizando a seguinte fórmula:

$$\left(\frac{E_c}{I_o}\right)_{total} = \frac{\sum y_i - kG^2MN}{G^2MN^2}$$

em que k é o número de percursos resolvíveis e y_i são as saídas de buscador para cada percurso resolvível, e G , M e N são conforme definido acima.

10 No bloco 53, as medidas de dados mais recentes são inseridas no banco de dados PPM, uma modalidade a qual é mostrada na Figura 6 e discutida com referência à mesma. Além disso, como descrito por exemplo com referência às Figuras 8 e 9, em algumas modalidades pode ser necessário
 15 ou desejável atualizar o banco de dados conforme novas medidas de dados sejam recebidas. Particularmente, é freqüentemente desejável substituir medidas de dados mais antigas e/ou não confiáveis por medidas de dados mais recentes. Como parte do processo de atualização, uma
 20 determinação deve ser feita sobre qual das medidas de dados mais antigas será mantida e/ou modificada de algum modo; de modo geral é desejável reter tantas informações úteis quanto possível. Em modalidades que possuem armazenamento em memória limitado, o processo de atualização de banco de
 25 dados pode ser utilizado como uma forma de compressão de dados na qual medidas de dados estão comprimidas de um tal modo para reter informações úteis em um espaço de memória menor.

30 No bloco 54, em uma implementação a estação móvel é projetada para buscar repetidamente os sinais piloto, adquirir medidas de dados, e atualizar o banco de dados com as novas medidas até que medidas representativas sejam requisitadas pela estação móvel. Claro que em outras

modalidades podem ser utilizadas outras estratégias; por exemplo uma alternativa pode ser simplesmente repetir a busca um número fixo de vezes (por exemplo, 20). Até que um resultado final tenha sido requisitado, o ciclo irá sair
5 repetidamente do bloco 54 e repetir pelas etapas 51, 52 e 53 para buscar os sinais piloto, adquirir outra medida e atualizar o banco de dados. Uma vez um resultado final tenha sido requisitado, a operação moverá para o bloco 55.

No diamante de decisão 55, uma determinação será
10 feita sobre se medidas de dados suficientes existem no banco de dados para computar uma medida representativa. Se, no diamante 55, os dados forem insuficientes para calcular uma medida representativa, a operação sairá do diamante de decisão 55 e repetirá pelas etapas 51, 52, 53 e 54 para
15 adquirir outro conjunto de medidas de dados e atualizar o banco de dados. Assumindo que a requisição da estação móvel por medidas representativas no bloco 54 permanece não atendida, no momento em que medidas de dados suficientes forem adquiridas, a operação move-se do diamante de decisão
20 55 para computar as medidas representativas para cada sinal piloto.

A determinação no bloco 55 sobre se medidas de dados suficientes existem, pode ser realizada em uma variedade de modos, considerando uma variedade de fatores
25 tais como o número de medidas que podem ser armazenadas no banco de dados, a precisão requerida, e assim sucessivamente. Em uma modalidade, existem medidas de dados suficientes quando um número predeterminado (por exemplo, 10) de ciclos de medida de dados foi completado. Em outras
30 modalidades podem ser utilizados outros critérios para determinar quando existem dados suficientes, tais como depois de uma duração de tempo predeterminada (por exemplo, 6 segundos) tenha passado. Combinações também podem ser utilizadas para estabelecer os critérios.

No bloco 56, as medidas representativas são computadas como descrito por exemplo com referência à Figura 7. As medidas representativas são computadas responsivas às múltiplas medidas armazenadas no banco de dados. Em uma modalidade as medidas representativas provêem uma única medida do tempo de chegada para cada sinal piloto, e além disso podem ser incluídas outras informações, tais como uma estimativa RMSE.

No bloco 57, as medidas representativas computadas são supridas para a estação móvel para uso como desejado. Como exemplo estas medidas representativas são úteis em um algoritmo AFLT para localização de posição, sozinhas ou em conjunto com um sistema de localização de posição GPS.

No bloco 58, é realizada uma determinação sobre se AFLT ainda é requerido; isto é, se as medidas representativas adicionais são desejadas. Em algumas circunstâncias o sistema pode desejar atualizar sua posição continuamente utilizando AFLT, tal como em um carro em movimento. Caso AFLT for requerido, o ciclo sairá do diamante de decisão 58 e repetirá pelas etapas 51, 52 e 53, as decisões 54 e 55, e a computação 56, para computar outro grupo de medidas representativas. Caso AFLT não seja requerido, a operação sai do diamante de decisão 58 e o processo de medida representativa está agora completo.

A Figura 6 é um diagrama de uma modalidade do banco de dados PPM 38 (Figura 3) para armazenar medidas de dados realizadas durante o processo de obtenção de uma medida representativa tal como mostrado na Figura 5. Nesta modalidade, o banco de dados 38 é chamado um banco de dados PPM (medida de fase piloto - Pilot Phase Measurement). Para cada sinal piloto é dado um número de identificação (identidade de piloto) 61. Cada identidade de piloto é associada a uma pluralidade de medidas armazenadas, mostrada na Figura 6 em uma pluralidade de linhas 63, cada

uma representando uma medida de dados separada associada à identidade de piloto respectiva. O banco de dados PPM suporta um número finito de identidades de piloto (D_p) e um número finito de medidas (D_m) para cada identidade de piloto. O número real de identidades de piloto e o número real de medidas suportadas para cada identidade de piloto varia entre as modalidades, e depende tipicamente de uma análise de custo x benefício apropriada para a implementação específica e outros fatores tal como a velocidade de busca executada. Em uma modalidade são suportadas vinte identidades de piloto, e cada identidade de piloto pode ter até 5 medidas de dados associadas. O banco de dados PPM é implementado em qualquer formato adequado incluindo memória, hardware de controle e rotinas de software; por exemplo o banco de dados PPM pode estar na forma de um banco de dados relacional que compreende uma pluralidade de bancos de dados relacionados.

Para cada sinal piloto buscado, as medidas de dados em uma modalidade incluem uma estimativa de tempo de chegada (TOA) e uma estimativa RMSE para o percurso de sinal piloto de chegada mais antigo, e um tempo de medida (TOM). O TOM é provido de forma que a relevância respectiva de cada medida de dados em um grupo possa ser determinada e dada a consideração apropriada e peso.

Em uma modalidade os TOAs são armazenados em forma digital, em unidades quantizadas de tempo (por exemplo 16xchip, que é aproximadamente 0,05 microssegundos). Dois bytes (16 bits) podem ser utilizados para este valor. As estimativas RMSE são medidas em unidades de metro de U_{RMSE1} . Um byte pode ser utilizado para este valor. Os valores TOM são armazenados em unidades de $U_0(0,25)$ segundos a partir do início da execução do algoritmo. Um byte pode ser utilizado para este valor.

Na modalidade mostrada na Figura 6, um espaço de memória Ec/Io 65 associado às identidades de piloto 61 armazena um único valor de Ec/Io para cada identidade de piloto. Em modalidades alternativas, o banco de dados PPM
5 pode armazenar cada medida de dados para a energia total (Ec/Io) junto com seu TOA, RMSE e TOM. Uma vantagem da abordagem de único valor é reduzir as exigências de armazenamento em memória, o que pode ser útil em algumas implementações. Seguindo cada nova medida de dados de
10 Ec/Io, que indica a energia total do sinal piloto (incluindo todos os percursos resolvíveis) detectado durante uma busca, o valor armazenado de Ec/Io para aquela identidade de piloto é atualizado utilizando um filtro adequado. Em uma modalidade, o valor armazenado para Ec/Io
15 é calculado utilizando um filtro IIR de 1 entrada como a seguir:

$$y[n] = \frac{1}{N_f} x[n] + \frac{N_f - 1}{N_f} y[n-1]$$

em que N_f é uma variável escolhida para designar o peso relativo para os valores atuais e prévios de Ec/Io.
20 Em uma modalidade $N_f = 2$, que calcula a média prévia e valores atuais. Em resumo, em conjunto com cada conjunto de medidas de dados adquiridas em uma modalidade, as medidas de dados adquiridas durante aquele ciclo são gravadas no banco de dados e o valor Ec/Io para cada identidade de
25 piloto é atualizado utilizando as novas informações obtidas durante a busca. No processo de gravação das medidas de dados, pode ser desejável ou necessário atualizar o banco de dados para remover dados mais antigos e/ou não confiáveis para dar espaço para as novas medidas de dados.
30 Uma variedade de processos de atualização pode ser utilizada; processos de atualização de banco de dados são descritos com referência às Figuras 8 e 9, por exemplo. Tipicamente, cada medida de dados adicional é armazenada

até o número de medidas de dados armazenado exceder o espaço disponível, e então, o banco de dados é atualizado para determinar qual das medidas prévias será removida para abrir um espaço para a nova medida de dados. Para atualizar
5 o banco de dados PPM, uma regra simples pode ser utilizada tal como o FIFO (first-in, first-out - primeiro a entrar, primeiro a sair). A regra de atualização varia entre as modalidades, dependendo de uma variedade de restrições e considerações tal como o espaço de armazenamento disponível
10 e a taxa na qual as medidas de dados são adquiridas. Em uma tal modalidade, um princípio por trás da atualização de banco de dados é armazenar os resultados de ciclos de busca prévios e comprimir a medida de dados de um tal modo para limitar o consumo de memória. Além disso, a regra de
15 atualização de banco de dados deve ser escolhida de modo a não excluir nenhuma informação quando necessário abrir espaço para informações mais novas, o que permite utilizar a maioria da inteligência coletada para calcular as medidas representativas. Como mostrado na Figura 6, todas as
20 medidas armazenadas no banco de dados estão disponíveis para uso enquanto se calcula a medida representativa.

Neste momento é realizada referência à Figura 7, que é um fluxograma de operações em uma modalidade para calcular as medidas representativas responsivas às medidas
25 de dados. As medidas representativas podem ser calculadas utilizando uma variedade de algoritmos que implementam quaisquer de diversas idéias. Algumas destas idéias são:

1) Toda amostra de entrada possui sua própria estimativa RMSE. Para utilizar apropriadamente amostras
30 adquiridas em tempos diferentes, o período decorrido pode ser levado em conta, e a métrica de qualidade "envelhecida" (melhorada por envelhecimento) de acordo com alguma função incremental de tempo.

2) O aparecimento e desaparecimento de percursos
35 pode resultar em difusões maiores que a largura da função

de autocorrelação. Para lidar com isto, serão selecionadas apenas as amostras contidas em uma janela de um tamanho predeterminado para serem utilizadas no cálculo da medida representativa.

5 3) No contexto de localização de posição, é desejável adquirir tão perto de uma linha de visada (LOS - Line Of Sight) quanto possível. Então, no processo de decidir onde colocar a janela, alguma preferência pode ser realizada a medidas TOA mais antigas.

10 4) Finalmente, uma vez todas as amostras que pertencem ao interior da janela foram obtidas haverá processamento para calcular o resultado final e sua estimativa RMSE.

Uma meta do cálculo de medida representativo é
 15 informar o tempo de chegada do percurso detectável mais antigo. Isto pode ser desafiante, e há muitos modos nos quais isto pode ser realizado. Em um ambiente estacionário, é razoável informar o pico mais antigo encontrado para cada identidade de piloto independentemente do RMSE, e portanto
 20 calcular a média de todas as medidas dentro de uma janela estreita do pico mais antigo ajuda a reduzir a influência induzida pelo ruído em um ambiente estacionário. Porém, em um ambiente em movimento, pode ser desejável colocar uma ênfase maior nas medidas mais recentes. Por esta razão, na
 25 modalidade mostrada no fluxograma da Figura 7 os valores RMSE são melhorados por envelhecimento mediante aumento dos valores RMSE, e os valores RMSE saturados (isto é, todos os valores RMSE maiores que um limite) são ignorados a menos que todos os valores RMSE para uma identidade de piloto
 30 específica também sejam saturados. Os valores RMSE não são melhorados por envelhecimento para os primeiros T_{AGE} segundos para impedir saturação desnecessária de medidas fracas se elas acontecessem nos poucos ciclos de busca prévios. O RMSE informado é o RMSE mínimo de todas as
 35 medidas utilizadas na computação do tempo de chegada médio

de modo que a medida representativa para a estimativa RMSE reflete o E_c/I_o do pico mais forte visto naquele tempo de chegada.

Em uma modalidade as medidas de dados descartadas
5 não são removidas fisicamente do banco de dados PPM real, apenas ignoradas com a finalidade de calcular as medidas representativas. Manter as medidas descartadas no banco de dados permite que os conteúdos do banco de dados permaneçam não afetados de quão freqüente uma medida representativa é
10 requisitada pela estação móvel.

Começando no topo do fluxograma, a meta é calcular, para cada identidade de piloto, uma única medida representativa do TOA, do RMSE e da E_c/I_o que podem ser utilizados em um algoritmo de determinação de posição. Por
15 conveniência estes valores representativos serão designados como TOA_{REP} , $RMSE_{REP}$ e E_c/I_o_{REP} . Embora estes valores representativos sejam mais provavelmente as variáveis mais importantes para um algoritmo AFLT, em modalidades alternativas variáveis diferentes ou adicionais poderiam
20 ser utilizadas.

No bloco 70, a próxima identidade de piloto para a qual medidas representativas serão calculadas é selecionado. Caso esta seja a primeira passagem pelo loop, a primeira identidade de piloto será selecionada no bloco
25 70. Em passagens subseqüentes pelo loop, cada identidade de piloto subseqüente é selecionada até que todas as medidas representativas tenham sido determinadas para todas as identidades de piloto.

No bloco 71, é determinado o valor representativo
30 de E_c/I_o . Em uma modalidade discutida com referência à Figura 6, a E_c/I_o é um único valor que é repetidamente atualizado depois de cada ciclo de busca para prover uma média de execução ao longo de todos os casos nos quais o sinal piloto foi buscado. Assim, nesta modalidade o valor
35 atual de E_c/I_o pode ser utilizado diretamente sem cálculo

adicional, e assim a medida representativa para E_c/I_o é ajustada ao valor atual ($E_c/I_{oREP} = E_c/I_o$ atual). Em modalidades alternativas, tal como se múltiplos valores de E_c/I_o tiverem sido armazenados para um sinal piloto, pode
 5 ser necessário executar cálculos em tais valores armazenados de E_c/I_o para obter um valor representativo para E_c/I_o . No banco de dados PPM (mostrado na Figura 6 por exemplo) para cada identidade de piloto há múltiplas medidas de dados armazenadas correspondendo ao TOA, ao RMSE
 10 e ao TOM. Conseqüentemente, estas múltiplas medidas de dados devem ser processadas para prover um único valor para TOA e RMSE. O cálculo de medida representativo inclui processo de tomada de decisão para selecionar quais medidas devem ser utilizadas e quais medidas não serão utilizadas
 15 para calcular os valores representativos para TOA e RMSE.

No bloco 72, todas as medidas para as quais o TOM é maior que T_{AGE} são melhorados por envelhecimento. Uma razão para isto é dada a seguir: a incerteza de uma medida cresce conforme a medida é melhorada por envelhecimento com
 20 o tempo no banco de dados. Para refletir esta incerteza de crescimento, as estimativas RMSE para todas as medidas armazenadas no banco de dados são aumentadas dependendo em quão antigas estão as medidas. Em uma modalidade as estimativas RMSE mais antigas que um tempo predeterminado
 25 T_{AGE} são incrementadas linearmente. Em uma modalidade isto é realizado na seguinte fórmula:

$$RMSE_{ENV} = RMSE + \text{máx}(0,9 \cdot (\Delta T - T_{AGE}))$$

em que ΔT é a diferença entre o tempo atual e o tempo ao qual a medida foi adquirida. Esta fórmula não irá
 30 melhorar por envelhecimento qualquer estimativa RMSE que foi adquirida dentro dos primeiros T_{AGE} segundos; além disso, estimativas RMSE mais antigas serão melhoradas por envelhecimento linearmente.

No bloco 72, as estimativas RMSE são melhoradas por envelhecimento antes de decidir quais medidas manter nas seguintes etapas. Em uma modalidade a ser descrita, depois de filtrar e descartar medidas não desejadas, o
 5 RMSE_{REP} que será informado será o mínimo dos valores RMSE melhorados por envelhecimento.

De modo geral, o dispositivo de "envelhecimento" ("aging") que menos peso será dado às medidas estará adicionalmente longe no tempo da última medida. Em uma
 10 modalidade, os RMSEs são melhorados por envelhecimento linearmente. Observa-se que em uma modalidade os valores calculados para o RMSE_{AGE} não substituem fisicamente a estimativa RMSE no banco de dados de fase piloto; de preferência os valores RMSE melhorados por envelhecimento
 15 são utilizados apenas no cálculo da medida representativa. Isto pode ser útil por exemplo se, durante um cálculo subsequente de valores representativos, alguns dos valores de banco de dados não mudarem desde o cálculo de medida representativo prévio.

20 No bloco 73, uma decisão é tomada sobre se qualquer medida para a identidade de piloto atual possui um RMSE menor que o RMSE_{MÁX}, que é uma quantidade predeterminada tal como 255 em um modalidade. Nesse caso, no bloco 74 as medidas que possuem o RMSE máximo são
 25 descartadas para propósitos de cálculo, deixando apenas aquelas medidas de dados que possuem um RMSE menor que o RMSE_{MÁX}. Porém, caso nenhuma das medidas de dados possua um RMSE menor que o RMSE_{MÁX}, a operação continua utilizando todas as medidas de dados ainda não descartadas.

30 No bloco 75, apenas medidas de dados que atendem um critério predeterminado são selecionadas para propósitos de cálculo; por exemplo em uma modalidade, todas as medidas de dados cujo TOA está dentro de uma janela predeterminada de tempo (N_a) a partir do TOA restante mais antigo é
 35 selecionado e o resto é ignorado para propósitos de

cálculo. Como exemplo, se o TOA restante mais antigo for 16 microssegundos, e a janela predeterminada N_a for 3 microssegundos, todas as medidas de dados cujo TOA for maior que 19 microssegundos são ignoradas; isto é todas as
 5 medidas de dados dentro da janela de 16 microssegundos até e incluindo 19 microssegundos são mantidas. A janela de tempo predeterminada pode ser escolhida levando em conta uma variedade de fatores, tal como o número de multipercursos esperado, o número de medidas de dados
 10 armazenados, entre outros.

No bloco 76, as medidas selecionadas são utilizadas para calcular os valores representativos para a identidade de piloto. Em uma modalidade é calculada a média dos TOAs restantes para prover TOA_{REP} , e o valor RMSE mínimo
 15 das estimativas RMSE restantes provê o valor representativo $RMSE_{REP}$. Em modalidades que utilizam valores quantizados para armazenar o TOA, pode ser útil se o cálculo da média for executado de um tal modo que o cálculo da média exatamente entre dois valores quantizados for arredondado
 20 para o valor mais antigo (isto é, se o banco de dados contiver duas medidas separadas em uma unidade, a média será igual à mais antiga das duas medidas).

As janelas podem ser definidas em uma variedade de modos, e o modo que a janela é definida pode afetar o
 25 cálculo da medida representativa. De modo geral, a função de seleção de janela seleciona um subconjunto de medidas dentro de uma janela de largura N_a . Em algumas modalidades esta janela possui uma largura predeterminada do tempo de chegada mais antigo. Em outras modalidades a janela pode
 30 ser deslizante e/ou possuir uma largura variável. Em um sistema de janela deslizante, a janela é primeiro "disposta" ao deslizar uma janela de largura N_a através das medidas TOA para a identidade de piloto. Para cada um dos deslocamentos de janela, todas as janelas S com um número
 35 de pilotos (l_s) maior que um número predeterminado l_{sth} (por

exemplo, 2) de medidas de dados são consideradas. Em uma implementação, para cada janela S , uma estimativa TOA d_s representativa proposta é calculada como a seguir:

$$d_s = \frac{\sum y_i}{l_s}$$

5 $\text{RMSE}_s = \min(\sigma_i \in S)$

em que σ_i é o RMSE melhorado por envelhecimento para a i -ésima medida. Em outras palavras, a estimativa RMSE é o mínimo dos valores RMSE melhorados por envelhecimento para aquela janela S .

10 Então a medida representativa para cada identidade de piloto é aquela para a janela S para a qual:

$$S_R = \arg_s \min(d_s + \beta \times \text{RMSE}_s)$$

para algumas constantes β . As medidas representativas TOA e RMSE para cada identidade de piloto
15 são d_s e rms_s .

No bloco 77 as medidas representativas, agora disponíveis, são fornecidas à estação móvel, incluindo o cálculo de posição e o sistema de controle.

No diamante de decisão 78, se as medidas
20 representativas forem calculadas para mais identidades piloto, as operações continuam em um loop pelos blocos 70 a 78 para calcular as medidas representativas para cada uma das identidades de piloto restantes. Depois que todas as medidas representativas tiverem sido calculadas, o processo
25 de cálculo de medida representativa é terminado.

Atualizações de Banco de Dados

A referência é feita agora às Figuras 8, 9A e 9B as quais mostram operações para atualizar o banco de dados em algumas modalidades. Em geral, o processo de atualização
30 de banco de dados armazena os resultados de cada ciclo de busca, e determina qual (se existir alguma) das medidas de dados armazenadas atualmente deve ser removida ou

modificada. Como exemplo, caso a memória disponível seja excedida mediante armazenamento da medida de dados mais recente, a atualização de banco de dados pode comprimir, eliminar, ou modificar uma ou mais das medidas de dados armazenadas previamente para criar espaço para os novos dados.

O processo de atualização de banco de dados pode ser executado em uma variedade de modos, tais como aquelas mostradas nas Figuras 8 e 9, dependendo das restrições e considerações de projeto tal como custo, memória disponível e consumo de energia. Geralmente, o processo de atualização de banco de dados não deve descartar nenhuma informação exceto quando necessário para criar espaço para informações mais novas, que permitem que a maioria das informações coletadas sejam utilizadas para calcular a medida representativa. Um método para criar espaço para as informações mais novas é uma abordagem primeiro a entrar, primeiro a sair (FIFO), que simplesmente descarta as medidas mais antigas e armazena os dados novos. Entretanto, uma abordagem FIFO restrita pode não ser apropriada se a diversidade de tempo possui um impacto significativo no desempenho, e em tais situações outro método pode ser utilizado que é propenso a manter medidas com o tempo de chegada mais antigo. Infelizmente, conforme a sessão de tempo aumenta, simplesmente manter as medidas com o tempo de chegada mais antigo pode aumentar a probabilidade de detectar falsamente picos de ruído existentes no banco de dados.

O algoritmo de atualização de banco de dados pode ser utilizado para identificar e marcar medidas de dados possivelmente incorretas. Como exemplo, uma falha para detectar o pico em buscas subsequentes é uma indicação de que o pico já não existe ou simplesmente os dados eram incorretos. Assim, se um pico foi detectado em buscas mais antigas, mas não foi detectado subsequentemente em um

número predeterminado (N) de buscas consecutivas, então pode ser apropriado desconsiderar estes dados. A melhoria por envelhecimento (isto é, a quantidade de tempo decorrido desde que a medida foi adquirida) de uma medida de dados
 5 também pode indicar não confiança. Para solucionar o problema de medidas antigas, em uma modalidade, o processo de atualização de banco de dados satura o RMSE (isto é, ajusta o RMSE em $RMSE_{MÁX}$) de todas as medidas mais antigas que $T_{MÁX}$, devido ao fato de que o valor máximo de tempo que
 10 o algoritmo pode armazenar dados é $T_{MÁX}$ e a saturação impede que ocorra uma ambigüidade temporal.

Em geral, o banco de dados pode ser atualizado em uma variedade de modos. Três processos de atualização de banco de dados são discutidas abaixo: 1) reduzir o número
 15 de medidas para uma determinada identidade de piloto, quando este atinge o máximo, 2) remover medidas antigas, e 3) reduzir o número de entradas para impedir o problema de transbordamento (overflow).

1) Reduzir o Número de Medidas

20 Fazendo referência agora à Figura 8, que é um fluxograma de operações para reduzir o número de medidas para uma identidade de piloto específica (PN) como parte de um processo de atualização. Para cada identidade de piloto informada haverá até um número predeterminado $N_{MÁX}$ (por
 25 exemplo, 20) de medidas armazenadas no banco de dados, dependendo por exemplo da memória alocada a cada identidade de piloto. Como mostrado na Figura 8, quando o número de medidas armazenadas para uma identidade de piloto específica (N_{PN}) for atingido (isto é, $N_{MÁX} = N_{PN}$), as
 30 medidas N_2 mais antigas (por exemplo, 15) serão comprimidas a N_3 (por exemplo, 10) ao apagar $N_2 - N_3$ (por exemplo, 5) medidas. Particularmente, no bloco 81 uma identidade de piloto (PN) é selecionada. No bloco 82, se o número de medidas de dados armazenadas atualmente (N_{PN}) para a

identidade de piloto não for igual ao número máximo de medidas de dados permitidas, a operação está completa e não é necessário reduzir o número de medidas para a identidade de piloto selecionada. Porém se o número máximo for atingido (isto é, $N_{MÁX} = N_{PN}$), então no bloco 84 um número predeterminado (N_2) de medidas de dados, incluindo as medidas mais antigas é selecionado.

No bloco 85, as N_2 medidas selecionadas são melhoradas por envelhecimento para propósitos de determinação de qual deve ser removido. Em uma modalidade é presumido um processo de melhoria por envelhecimento linear, que simplifica o algoritmo porque apenas as melhores medidas precisam ser salvas. (Se este não for o caso, algumas medidas de agrupamento e salvas a partir de um número de agrupamentos pode ser feito). Como exemplo, para uma estação móvel típica que se move, as medidas mais antigas podem ser influenciadas com relação ao mais novo por pelo menos dois aspectos: a) assumir que o contador Epoch não é afetado por Doppler (os deslocamentos de frequência medidos pelos ramos calculam a média para multipercursos não nulos que chegam em média de direções aleatórias), as medidas antigas podem dar medidas mais curtas (devido ao movimento longe da BTS pertinente) e b) devido ao movimento pode ser Doppler no contador Epoch. Assim ao comparar medidas antigas às novas, podem haver diferentes valores TOA medidos mesmo que o TOA físico não tenha mudado. Levando em conta estes dois efeitos, o TOA utilizado para discriminar entre as medidas será incrementado por alguma função linear de uma velocidade nominal.

Em uma modalidade para melhorar por envelhecimento as medidas de dados, um tempo de chegada de melhoria por envelhecimento (TOA_{ENV}) é definido como a seguir:

$$TOA_{ENV} = TOA + V \cdot \Delta T$$

em que ΔT é a diferença entre o tempo atual e o tempo ao qual a medida (TOM) foi adquirida, e V é uma velocidade estimada (ou velocidade nominal pré-ajustada) da
5 estação móvel.

No bloco 86, um número predeterminado N_3 (por exemplo, 10) das medidas de dados N_2 (por exemplo, 15) são selecionadas para serem mantidas por um critério adequado. Como exemplo, as medidas de dados com o menor TOA_{ENV} pode
10 ser selecionado. No caso de um vínculo, um rompedor de vínculos pode ser utilizado, tal como selecionar a medida com a menor estimativa RMSE. Em uma modalidade, os valores TOA_{ENV} são utilizados apenas para decidir quais medidas de dados manter, isto é, os valores TOA_{ENV} não substituem os
15 valores TOA no banco de dados PPM.

No bloco 87, as medidas não selecionadas (isto é, as medidas $N_2 - N_3$) são removidas ou caso contrário eliminadas de considerações adicionais. Como exemplo as não selecionadas podem ser apagadas do banco de dados ou um de
20 seus campos pode ser ajustado a um valor que asseguraria que seria substituído e/ou não seria mais considerado.

2) Remoção de Medidas Antigas

Em algumas modalidades, medidas mais antigas podem ser apagadas a partir do banco de dados para uma ou
25 mais de pelo menos três razões: 1) o campo limitado para armazenar medidas de tempo (por exemplo, 8 bits) pode causar ambigüidade, 2) em um ambiente em movimento, tal como quando a estação móvel estiver em um veículo em movimento, as medidas mais antigas podem não representar
30 mais com precisão a posição atual, e 3) mesmo se mais bits para medida de tempo estiverem disponíveis, em uma sessão de posição longa, tal como em um veículo em movimento que está mudando rapidamente de localização, ainda pode não haver bits suficientes no campo.

Em uma modalidade, medidas de dados são apagadas do banco de dados utilizando a seguinte abordagem para cada identidade de piloto: se, para pelo menos uma medida de dados para a identidade de piloto, $\Delta T < T_{MI}$, (por exemplo, 5 30 segundos) em que ΔT é a diferença entre o tempo atual e o tempo no qual a medida (TOM) foi adquirida e T_{MI} é um valor predeterminado, então apagar medidas que possuem $\Delta T \geq T_{M\acute{A}X}$ (por exemplo, 63,75 segundos).

Além disso, medidas antigas podem ser removidas 10 mediante aquisição de uma medida representativa para uma identidade de piloto, e a seguir ajustar todas as estimativas RMSE atuais para aquela identidade de piloto para $RMSE_{M\acute{A}X}$ (por exemplo, ajustar para '111111' como definido pelo IS-801, e também manter uma marca de tempo 15 CDMA para esta medida). Em algumas modalidades, medidas mais antigas podem ser retidas durante algum tempo; por exemplo, pode ser útil utilizar medidas que não sejam muito antigas para solucionar problemas de ambigüidade. Caso já haja uma medida representativa para esta identidade de 20 piloto que não tenha sido informada, a medida recentemente calculada pode substituir a previamente calculada.

3) Impedindo o Transbordamento do Banco de Dados Devido à nova Identidade de Piloto

Caso uma nova identidade de piloto tenha sido 25 encontrada há pouco, e todas as localizações de identidade de piloto no banco de dados estejam atualmente ocupadas, então um lugar no banco de dados deve ser desocupado para criar espaço para a nova identidade de piloto. Conseqüentemente, um método deve ser estabelecido para 30 selecionar qual das identidades de piloto armazenadas atualmente substituir com a nova identidade de piloto. Em uma modalidade, uma identidade de piloto pode ser selecionada, e suas medidas representativas calculadas.

Particularmente, lugares o suficientes podem ser desocupados ao adquirir medidas representativas para uma identidade de piloto e a seguir inserir a nova identidade de piloto em seu lugar. Em uma modalidade, a medida
 5 representativa é calculada e o RMSE representativo calculado é ajustado para o valor máximo de $RMSE_{MAX}$ antes de limpar as medidas de dados para criar espaço para a nova identidade de piloto.

A identidade de piloto selecionada para medidas
 10 representativas pode ser escolhida utilizando qualquer de diversos critérios. Como exemplo, uma identidade de piloto que não tenha sido detectada para a quantidade mais longa de tempo pode ser escolhida; isto é, a identidade de piloto que possui o mínimo ΔT maior acima de algum limite mínimo
 15 pode ser selecionado para medida representativa. Em outro exemplo a identidade de piloto pode ser selecionada com o valor RMSE mínimo maior.

As Figuras 9A e 9B (coletivamente a Figura 9) mostra um fluxograma de operações em uma modalidade para
 20 atualizar o banco de dados. Nesta modalidade, para cada identidade de piloto há três campos que possuem múltiplos valores armazenados: o tempo de chegada (TOA), a estimativa RMSE, e o tempo de medida (TOM). Além disso, há um único valor armazenado para E_c/I_o . Na modalidade mostrada na
 25 Figura 9, depois de cada ciclo de busca, os conteúdos do banco de dados PPM são atualizados com base na entrada provida. As operações executadas incluem: 1) inserção de um novo PN detectado no último ciclo de busca e também possivelmente a remoção de um PN antigo do banco de dados
 30 se necessário para abrir espaço para o novo, 2) inserção de uma nova medida para um PN que já está no banco de dados e também possivelmente a remoção de medidas antigas porque elas são consideradas antigas ou para abrir espaço para o

novos, e 3) atualizar a estimativa E_c/I_o para cada PN no banco de dados.

Começando na Figura 9A, no bloco 91, um contador i é ajustado ao primeiro registro no banco de dados PPM. Para propósitos de brevidade no fluxograma, o banco de dados PPM é abreviado "PPM DB" e a identidade de piloto é abreviada "PN". No diamante de decisão 92, o i -ésimo registro é verificado para determinar se contém uma identidade de piloto. Caso não tenha, a operação move-se para o diamante de decisão 105 para determinar se há mais registros no PPM DB, e caso existam o contador i é incrementado e a operação volta em loop para o diamante de decisão 92.

Se no diamante de decisão 92 o registro atualmente selecionado (o i -ésimo registro) possua uma identidade de piloto, a operação move-se para o bloco 93 e começa a atualizar aquele registro. No bloco 93, a estimativa RMSE de todas as medidas de dados para aquela identidade de piloto é melhorada por envelhecimento mediante ajuste de qualquer medida de dados mais antiga que um T_{MAX} predeterminado para $RMSE_{MAX}$. Então no diamante de decisão 94, a identidade de piloto armazenada é verificada para ver se ela está na lista de busca. Se a identidade de piloto não estiver na lista de busca a operação volta ao diamante de decisão 105 para continuar o loop.

Se no diamante 94 a identidade de piloto for determinada para estar na lista de busca, no bloco 95 o valor E_c/I_o da identidade de piloto é atualizada, e a operação move-se para o diamante 96 para determinar se um sinal foi detectado para a identidade de piloto. Se um sinal for detectado, no bloco 97 um contador de sinal NDCOUNT para aquela identidade de piloto é ajustada em "1" e a seguir no diamante 98 é realizado um teste para determinar se o i -ésimo registro está cheio (isto é, se

todos os slots de medida de dados estão cheios). Caso contrário, no bloco 99 a nova medida de dados é acrescentada a um slot vazio para aquela identidade de piloto, e a operação faz loop de volta ao diamante 105 para
 5 determinar se há mais registros no banco de dados PPM. Entretanto, se no diamante 98 o registro de identidade de piloto esteja cheio, então no bloco 100 o número de medidas de dados naquele registro é reduzido (tal como discutido com referência à Figura 8) antes de somar o novo dado no
 10 bloco 99.

Se do diamante 96 a identidade de piloto para o i -ésimo registro não for detectada, um teste é realizado no bloco 102 para determinar se a identidade de piloto não foi detectada recentemente em um número (NT) predeterminado de
 15 vezes. Particularmente o contador NDCOUNT é verificado para determinar se ele é maior ou igual a NT. Se a identidade de piloto não tenha sido detectada recentemente (isto é, $NDCOUNT \geq NT$, então no bloco 103 a estimativa RMSE para todas as medidas de dados para aquela identidade de piloto
 20 é ajustada para o máximo $RMSE_{MAX}$, e NDCOUNT é novamente ajustado em 1. Entretanto, se a identidade de piloto tiver sido detectada recentemente, então a operação do diamante 102 move-se para o bloco 104 onde o contador NDCOUNT é incrementado para indicar que o sinal não foi detectado
 25 outro momento antes de voltar para o diamante 105 para determinar se existe qualquer outro registro.

A partir do diamante 105, onde é realizado um teste para determinar se existem mais registros no banco de dados PPM, a operação pode voltar para incrementar i e
 30 repetir a atualização do banco de dados se há registros adicionais, ou se não houver nenhum registro adicional, mover para o diamante 110 (Figura 9B) onde é realizado um teste para determinar se alguma identidade de piloto está na lista de busca de identidade de piloto encontrado, mas

não no banco de dados PPM. Se não (isto é, não há identidades de piloto a serem adicionadas), então no diamante 111 o processo sai da atualização de banco de dados. Entretanto, se no diamante 110 forem encontradas
5 identidades de piloto que não estejam no banco de dados PPM, então a identidade de piloto encontrada pode ser acrescentada ao banco de dados PPM.

No diamante 111, é realizada uma determinação para determinar se o banco de dados PPM está cheio. Se não,
10 então no bloco 112, a identidade de piloto encontrada e sua medida de dados são inseridos no banco de dados PPM e a operação retorna ao bloco 110. Entretanto, se o banco de dados PPM estiver cheio, então no bloco 113 um registro existente é removido para criar espaço para a nova
15 identidade de piloto. Isto pode proceder utilizando qualquer método apropriado tal como discutido neste relatório com relação a impedir o transbordamento do banco de dados. Em uma modalidade o registro é removido da identidade de piloto cuja medida de dados mais nova é mais
20 antiga que as outras identidades de piloto. Depois da remoção de um (ou mais) registros no bloco 113, no bloco 112 a nova identidade de piloto é colocada no banco de dados PPM e a operação volta ao diamante 110 para determinar se existe alguma identidade de piloto adicional
25 que deve ser acrescentado ao banco de dados PPM. Quando não há mais identidades de piloto a serem acrescentadas, o processo de atualização de banco de dados sai no bloco 111.

Será apreciado pelos versados na técnica que, tendo em vista estes ensinamentos, modalidades alternativas
30 podem ser implementadas sem desviar do espírito ou escopo da invenção. Esta invenção deve ser limitada apenas pelas reivindicações seguintes, que incluem todas de tais modalidades e modificações quando observadas em conjunto com as especificações acima e desenhos anexos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para calcular uma medida representativa a partir de uma pluralidade de medidas de dados substancialmente independentes provenientes de uma estação
5 base celular, cada uma das medidas de dados incluindo uma estimativa de tempo de chegada mais antiga, caracterizado por compreender as etapas de:

determinar uma janela de tempo;
selecionar medidas de dados dentro da janela; e
10 calcular um tempo de chegada representativo responsivo às medidas de dados selecionadas.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de calcular o tempo de chegada representativo compreende calcular a média de
15 todas as estimativas do tempo de chegada que caem dentro da janela.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar uma janela de tempo inclui identificar uma medida de dados mais
20 antiga das estimativas de tempo de chegada, e aplicar uma janela de tempo seguindo a medida de dados mais antiga.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a janela de tempo é predeterminada.

25 5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar uma janela de tempo inclui deslizar uma janela de tempo através das medidas de dados, calcular uma estimativa de tempo de chegada proposta para cada janela e selecionar uma das
30 janelas para prover a medida representativa responsiva às estimativas de tempo de chegada propostas.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de medidas de dados incluem adicionalmente uma estimativa RMSE para cada

tempo de chegada, e em que a etapa de calcular uma medida representativa compreende calcular uma medida RMSE representativa responsiva às estimativas RMSE dentro da janela.

5 7. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as medidas de dados incluem adicionalmente um tempo de medida para cada estimativa de tempo de chegada e a etapa de calcular a medida representativa compreende melhorar por envelhecimento as
10 medidas de dados responsivas ao tempo de medida.

 8. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente determinar um valor de energia total para todos os percursos de sinal piloto, e prover uma medida representativa da energia do
15 sinal responsivo ao valor de energia total.

 9. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente utilizar a medida representativa para determinar a posição de uma estação móvel.

20 10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender adicionalmente utilizar a medida representativa em um algoritmo AFLT para determinar a posição da estação móvel.

 11. Método, de acordo com a reivindicação 9,
25 caracterizado por compreender adicionalmente utilizar a medida representativa junto a um algoritmo GPS para determinar a posição da estação móvel.

 12. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente repetir as
30 etapas para calcular as medidas representativas responsivas a uma pluralidade de medidas de dados a partir de uma pluralidade de estações base.

 13. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente obter medidas
35 de dados que são substancialmente independentes em pelo

menos um dentre o tempo, o espaço e a frequência para prover a pluralidade de medidas de dados substancialmente independentes.

14. Método para calcular uma medida
5 representativa a partir de uma pluralidade de medidas de dados substancialmente independentes proveniente de uma estação base celular, cada uma das medidas de dados incluindo uma estimativa de tempo de chegada mais antiga, caracterizado por compreender as etapas de:
10 determinar uma janela de tempo, incluindo identificar uma medida de dados mais antiga das estimativas de tempo de chegada, e aplicar um tempo predeterminado depois da medida de dados mais antiga para prover a janela;
selecionar todas as medidas de dados dentro da
15 janela;
calcular um tempo de chegada representativo responsivo às medidas de dados selecionadas incluindo calcular a média das estimativas de tempo de chegada que caem dentro da janela.

20 15. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de medidas de dados inclui adicionalmente uma estimativa RMSE para cada tempo de chegada, e em que a etapa de calcular uma medida representativa compreende calcular uma medida RMSE
25 representativa responsiva às estimativas RMSE dentro da janela.

16. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que as medidas de dados incluem adicionalmente um tempo de medida para cada estimativa de
30 tempo de chegada e a etapa de calcular a medida representativa compreende melhorar por envelhecimento as medidas de dados responsivas para o tempo de medida.

17. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por compreender adicionalmente determinar um
35 valor de energia total para todos os percursos do sinal

piloto, e prover uma medida representativa da energia do sinal responsivo para o valor de energia total.

18. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por compreender adicionalmente utilizar a
5 medida representativa para determinar a posição de uma estação móvel.

19. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por compreender adicionalmente repetir as etapas para calcular medidas representativas responsivas à
10 uma pluralidade de medidas de dados a partir de uma pluralidade de estações base.

20. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por compreender adicionalmente obter medidas de dados que são substancialmente independentes em pelo
15 menos um dentre o tempo, o espaço e a frequência para prover a pluralidade de medidas de dados substancialmente independentes.

21. Método para determinar a posição de uma estação móvel utilizando uma pluralidade de estações base
20 celulares, cada uma emitindo um único sinal piloto, caracterizado por compreender as etapas de:

adquirir uma pluralidade de medidas de dados substancialmente independentes dos sinais piloto a partir de cada uma dentre a pluralidade de estações base
25 celulares, cada uma das medidas de dados incluindo uma estimativa de tempo de chegada mais antiga para cada sinal piloto, provendo assim uma pluralidade de medidas independentes do tempo de chegada mais antigo para cada um dos sinais piloto provenientes da pluralidade de estações
30 base celulares;

para cada estação base celular, calcular uma medida representativa do tempo de chegada mais antigo responsivo às medidas independentes para a estação base celular, incluindo:

35 determinar uma janela de tempo;

selecionar medidas de dados dentro da janela;

5 calcular um tempo de chegada representativo responsivo às medidas de dados selecionadas; e

 utilizar pelo menos uma das medidas representativas para determinar a posição da estação móvel.

22. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que para cada estação base
10 celular, a etapa de calcular o tempo de chegada representativo compreende calcular a média de todas as estimativas de tempo de chegada que caem dentro da janela.

23. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que para cada estação base
15 celular, a etapa de determinar uma janela de tempo inclui identificar uma medida de dados mais antiga das estimativas de tempo de chegada, e aplicar uma janela predeterminada de tempo depois da medida de dados mais antiga.

24. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que para cada estação base
20 celular, a etapa de determinar uma janela de tempo inclui deslizar uma janela de tempo pelas medidas de dados, calcular uma estimativa de tempo de chegada proposta para cada janela, e selecionar uma das janelas para prover a
25 medida representativa responsiva às estimativas de tempo de chegada propostas.

25. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que para cada estação base celular, a pluralidade de medidas de dados inclui
30 adicionalmente uma estimativa RMSE para cada tempo de chegada, e em que a etapa de calcular uma medida representativa compreende calcular uma medida RMSE representativa responsiva às estimativas RMSE dentro da janela.

26. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que para cada estação base celular, as medidas de dados incluem adicionalmente um tempo de medida para cada estimativa de tempo de chegada e
5 a etapa de calcular a medida representativa compreende melhorar por envelhecimento as medidas de dados responsivas ao tempo de medida.

27. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por compreender adicionalmente, para cada
10 estação base celular, determinar um valor de energia total para todos os percursos do sinal piloto, e prover uma medida representativa da energia do sinal responsivo ao valor de energia total.

28. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por compreender adicionalmente utilizar as
15 medidas representativas para determinar a posição de uma estação móvel.

29. Método, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado por compreender adicionalmente utilizar as
20 medidas representativas em um algoritmo AFLT para determinar a posição da estação móvel.

30. Método, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado por compreender adicionalmente utilizar a
medida representativa junto a um algoritmo GPS para
25 determinar a posição da estação móvel.

31. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por compreender adicionalmente a etapa de armazenar as medidas de dados em um banco de dados na
estação móvel, e atualizar o banco de dados depois de cada
30 medida subsequente.

32. Método, de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de que a etapa de atualizar o banco de dados inclui melhorar por envelhecimento os valores RMSE
responsivos a um tempo de chegada para cada medida de
35 dados.

33. Método, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a etapa de adquirir dados compreende adquirir medidas substancialmente independentes em pelo menos um dentre o tempo, o espaço e a frequência.

5 34. Sistema para determinar a posição de uma estação móvel utilizando uma pluralidade de estações base celulares, cada uma emitindo um único sinal piloto, caracterizado por compreender:

 mecanismo para adquirir dados para adquirir uma
10 pluralidade de medidas de dados substancialmente independentes dos sinais piloto a partir de cada uma dentre a pluralidade de estações base celulares, cada uma das medidas de dados incluindo uma estimativa de tempo de chegada mais antiga para cada sinal piloto, provendo assim
15 uma pluralidade de medidas independentes do tempo de chegada mais antigo para cada um dos sinais piloto provenientes da pluralidade de estações base celulares;

 mecanismo para atualizar banco de dados para atualizar o banco de dados depois da aquisição de cada
20 medida de dados;

 mecanismo para cálculo de medida representativo para calcular uma medida representativa para cada estação base celular, incluindo mecanismo para calcular o tempo de chegada mais antigo responsivo às medidas independentes
25 para cada estação base celular respectiva; e

 mecanismo para posicionamento, responsivo a pelo menos uma das medidas representativas, para determinar a posição da estação móvel.

35. Sistema de determinação de posição, de acordo
30 com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que:

 o mecanismo para adquirir dados compreende mecanismo para adquirir uma estimativa RMSE para cada tempo de chegada; e

o mecanismo para cálculo compreende mecanismo responsivo às estimativas RMSE para calcular uma medida representativa para cada um dos sinais piloto.

36. Sistema de determinação de posição, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que:

o mecanismo para adquirir dados compreende mecanismo para adquirir um tempo de medida para cada tempo de chegada; e

o mecanismo para cálculo compreende mecanismo responsivo ao tempo de medida de dados para calcular uma medida representativa para cada um dos sinais piloto.

37. Sistema de determinação de posição, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado por compreender adicionalmente mecanismo para melhorar por envelhecimento as medidas de dados para cada sinal piloto responsivo ao tempo de medida de dados.

38. Sistema de determinação de posição, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado por compreender adicionalmente mecanismo para calcular um valor de energia total para todos os percursos de sinal piloto para cada estação celular.

39. Sistema de determinação de posição, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que o mecanismo para posicionamento inclui mecanismo para utilizar as medidas representativas em um algoritmo AFLT.

40. Sistema de determinação de posição, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que o mecanismo para posição inclui mecanismo para utilizar as medidas representativas junto a um algoritmo GPS.

41. Sistema, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que o mecanismo para cálculo de medida representativo compreende:

mecanismo para determinar uma janela de tempo;

mecanismo para selecionar medidas de dados dentro da janela; e

mecanismo para calcular um tempo de chegada representativo responsivo a medidas de dados selecionadas.

42. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, caracterizado pelo fato de que o mecanismo para cálculo de
5 medida representativo compreende mecanismo para calcular a média das estimativas de tempo de chegada que caem dentro da janela.

43. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, caracterizado pelo fato de que o mecanismo para cálculo de
10 medida representativo compreende mecanismo para identificar uma medida de dados mais antiga das estimativas de tempo de chegada, e mecanismo para aplicar uma janela de tempo depois da medida de dados mais antiga.

44. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, caracterizado pelo fato de que o mecanismo para determinar
15 uma janela de tempo inclui mecanismo para deslizar uma janela de tempo pelas medidas de dados, calcular uma estimativa de tempo de chegada proposta para cada janela, e selecionar uma das janelas para prover a medida
20 representativa responsiva às estimativas de tempo de chegada propostas.

45. Sistema, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que o mecanismo para cálculo de medida representativo compreende:

25 mecanismo para determinar uma janela de tempo, incluindo mecanismo para identificar uma medida de dados mais antiga em relação às estimativas de tempo de chegada, e aplicar um tempo predeterminado depois da medida de dados mais antiga para prover a janela;

30 mecanismo para selecionar todas as medidas de dados dentro da janela; e

mecanismo para calcular um tempo de chegada representativo responsivo às medidas de dados selecionadas incluindo calcular a média das estimativas de tempo de
35 chegada que caem dentro da janela.

46. Sistema, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que o mecanismo para adquirir dados compreende mecanismo para adquirir medidas substancialmente independentes em pelo menos um dentre o
5 tempo, o espaço e a frequência.

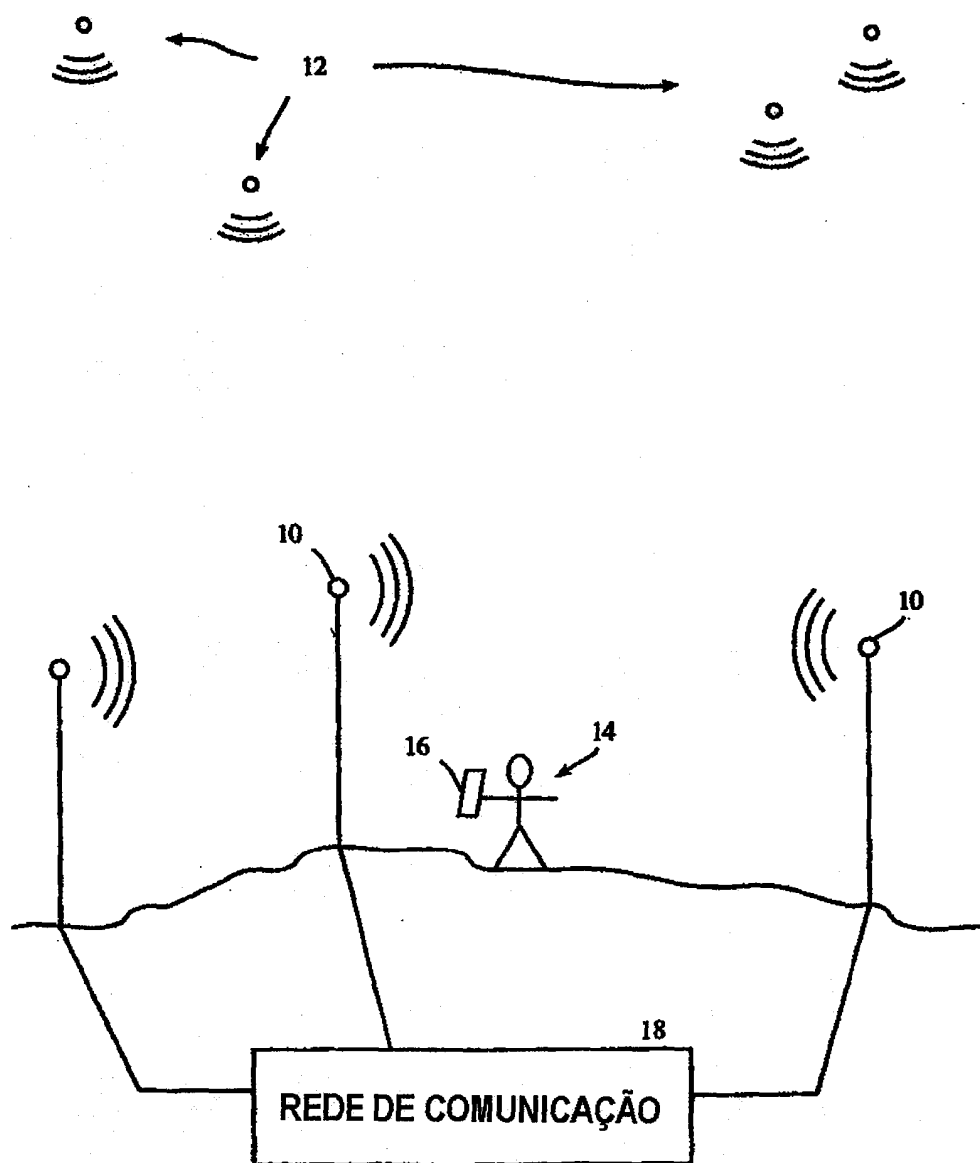


FIG. 1

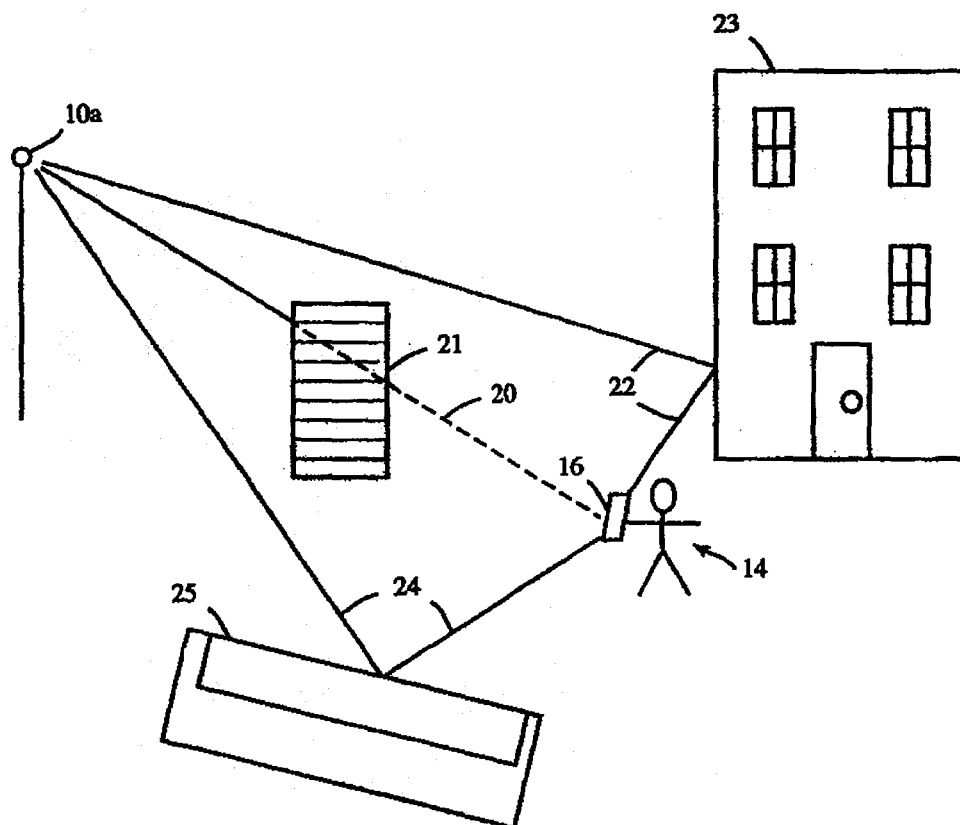


FIG. 2

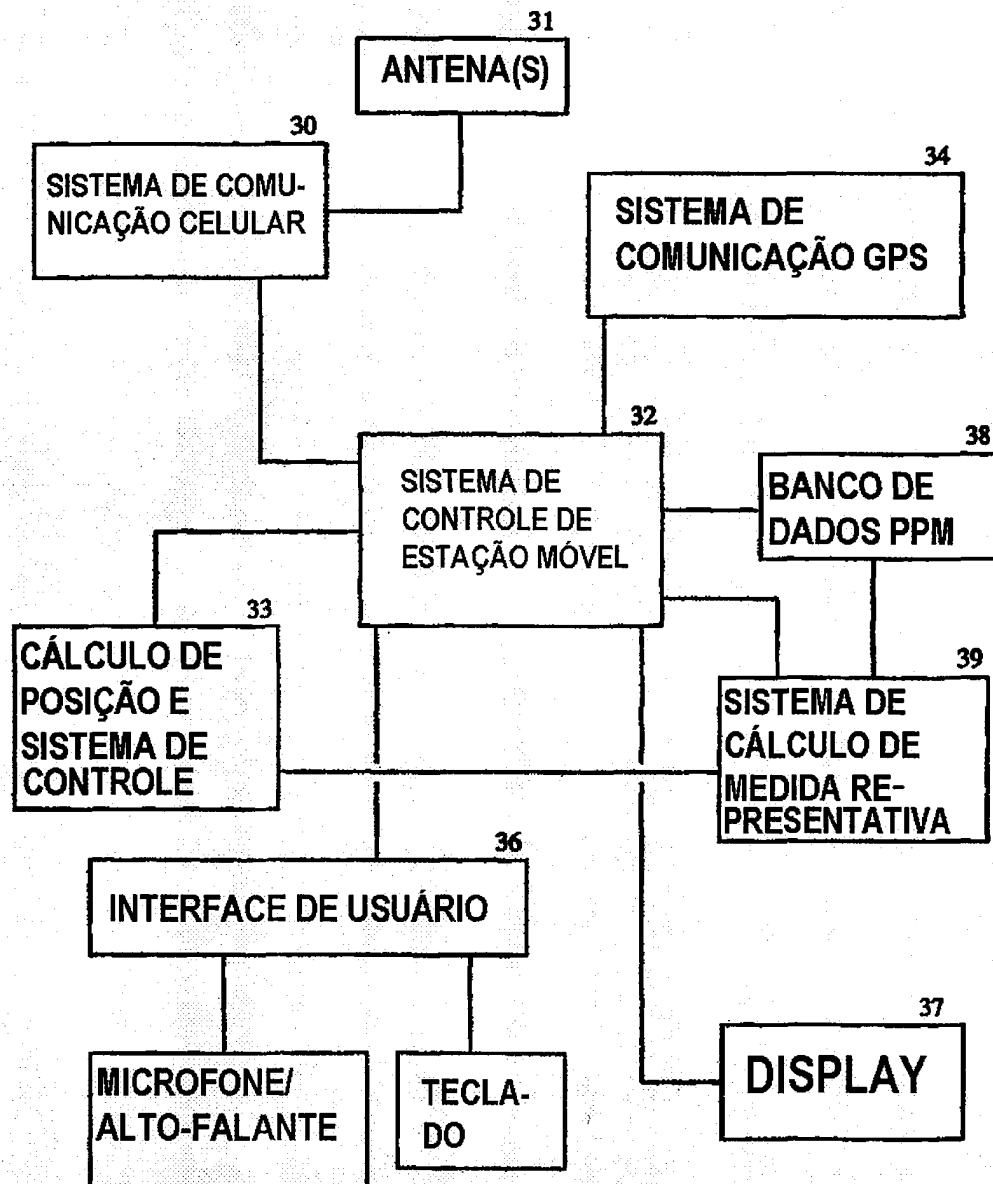


FIG. 3

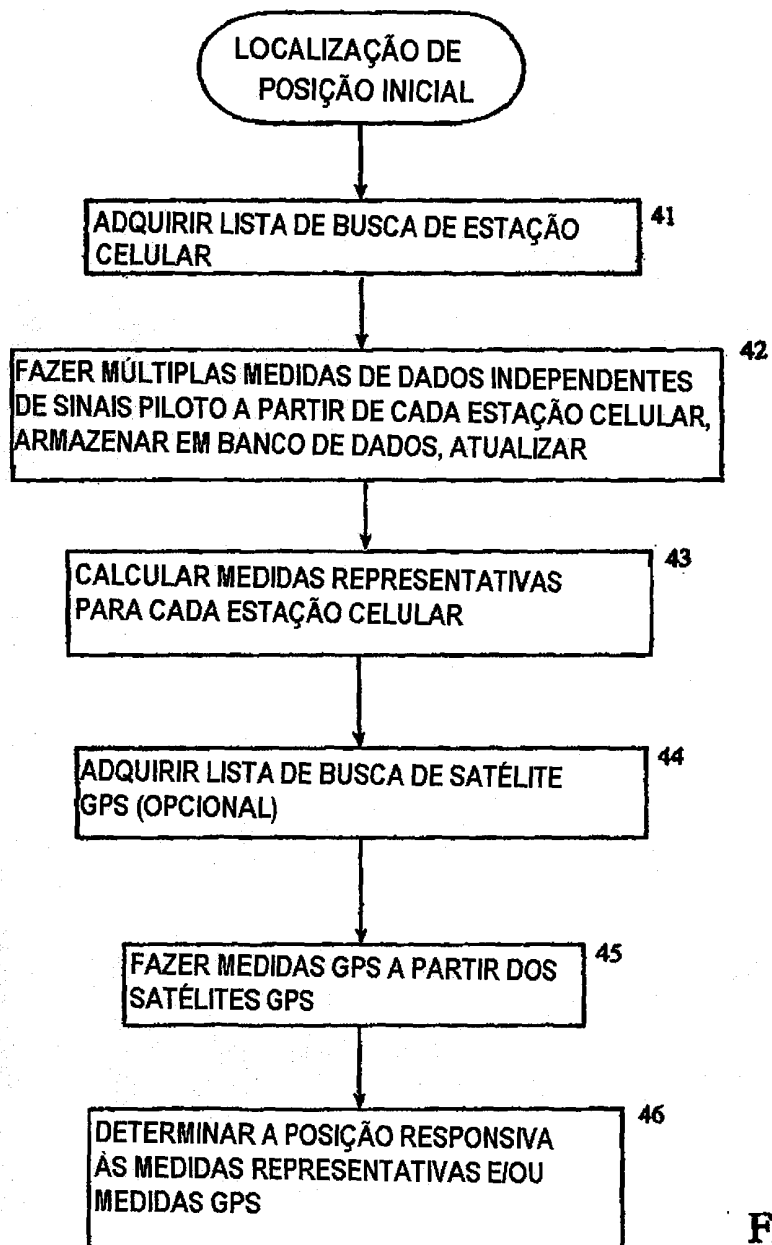


FIG. 4

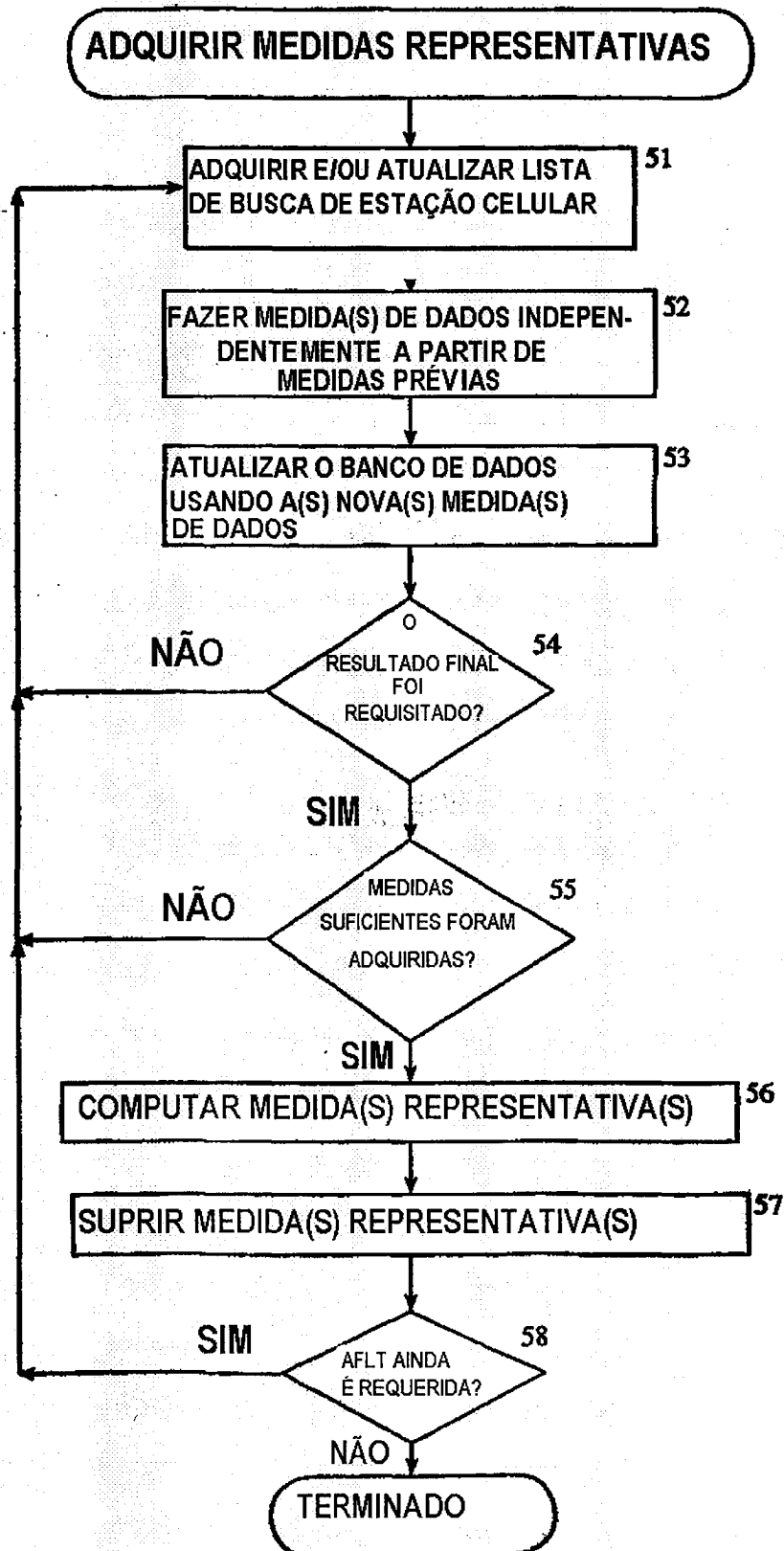
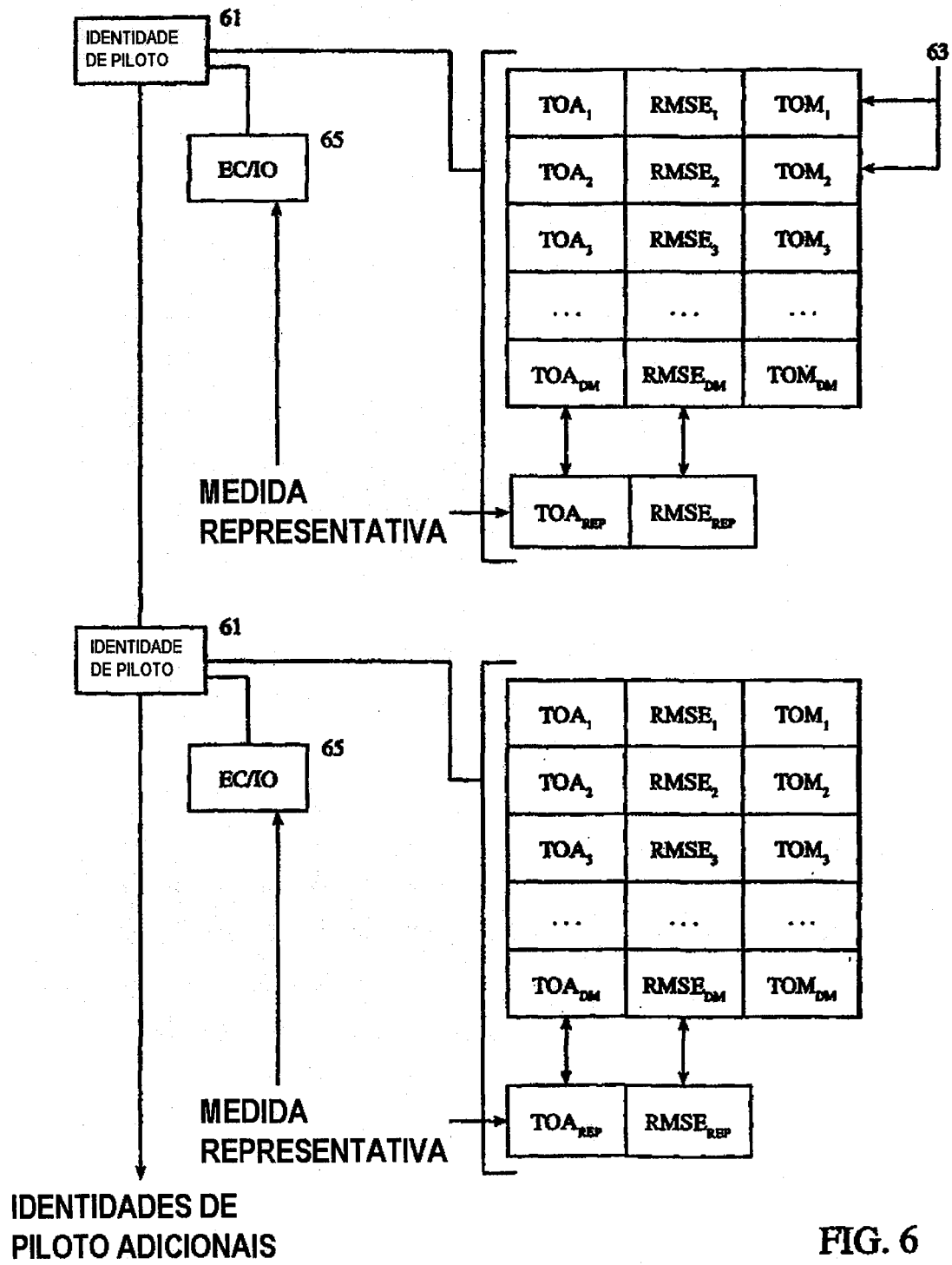


FIG. 5



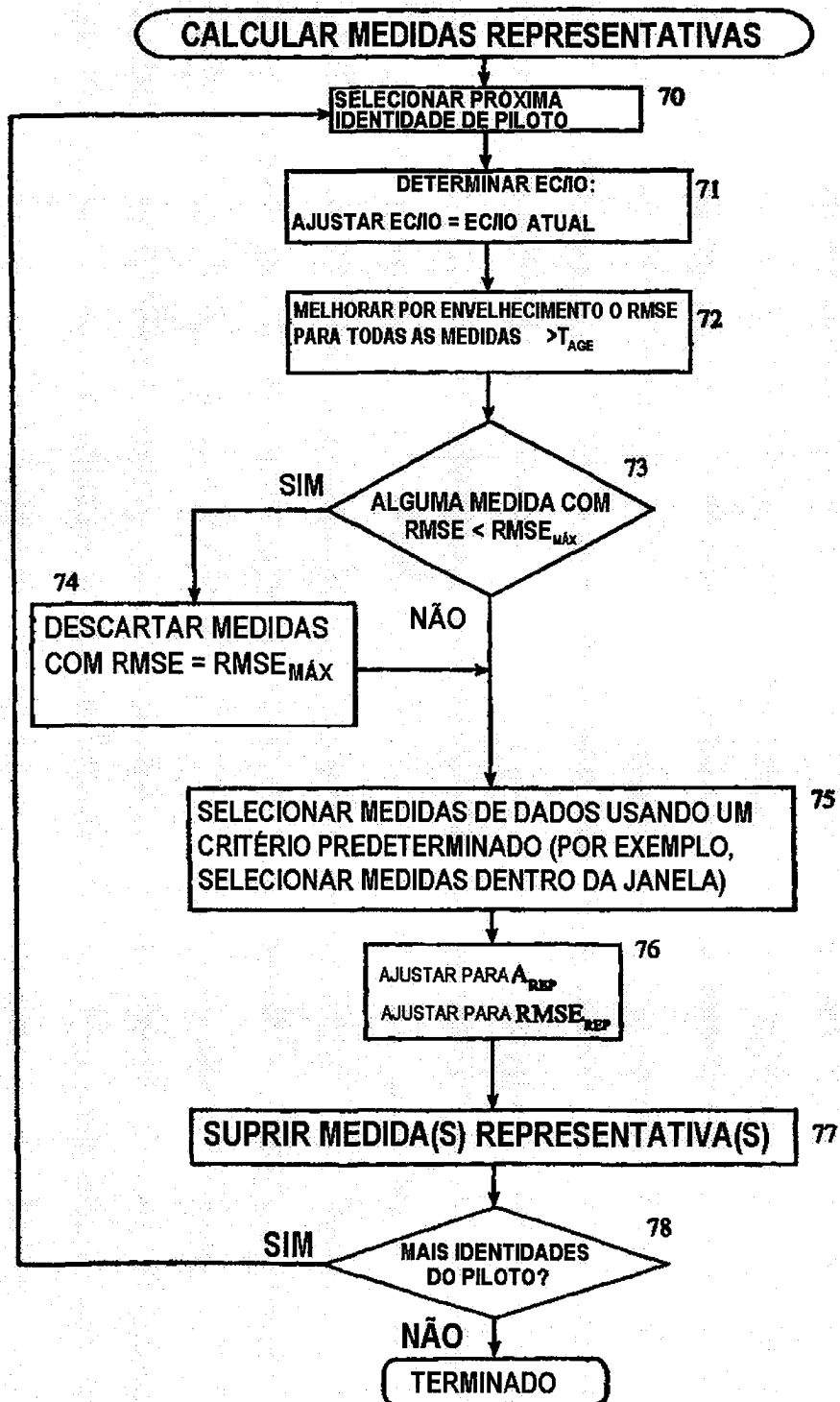


FIG. 7

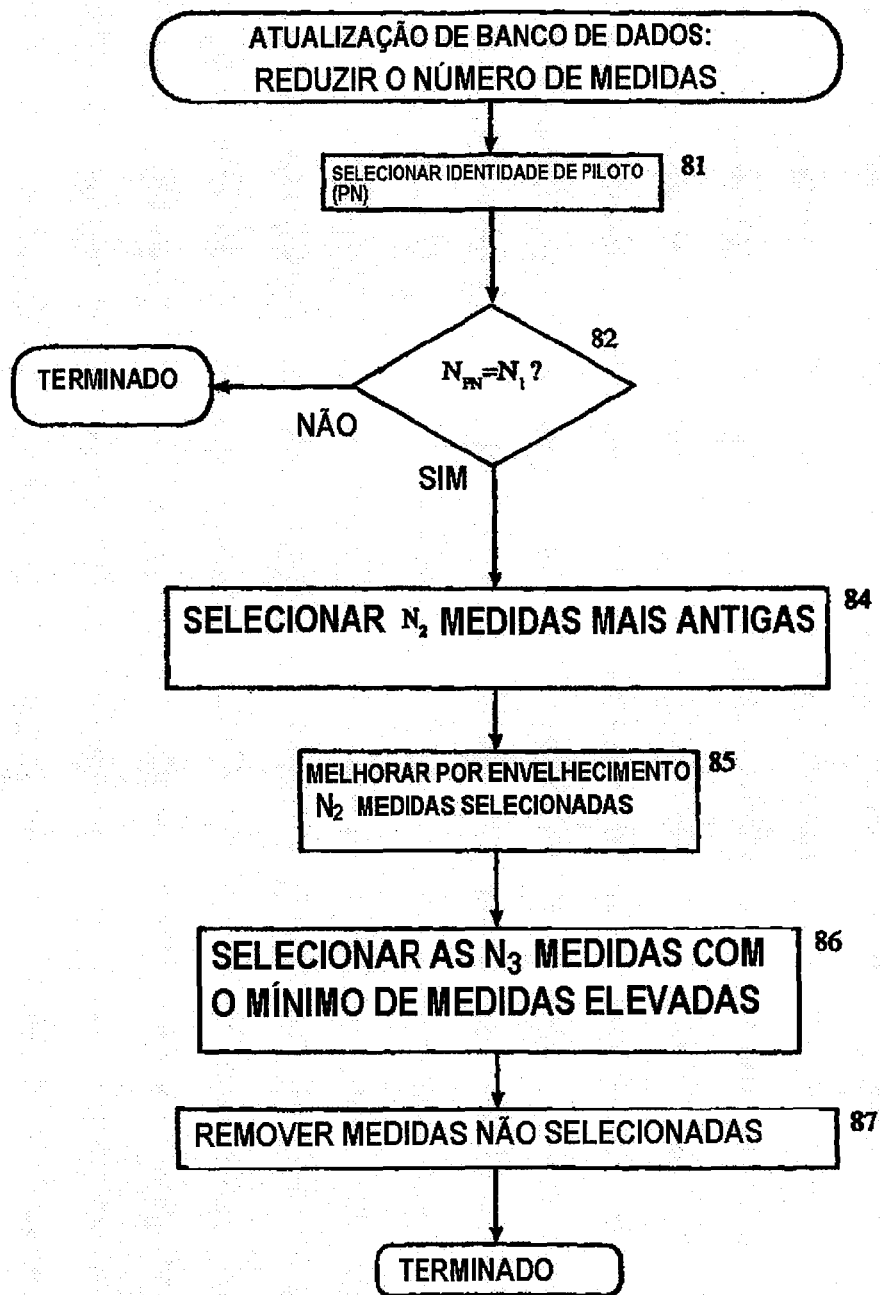
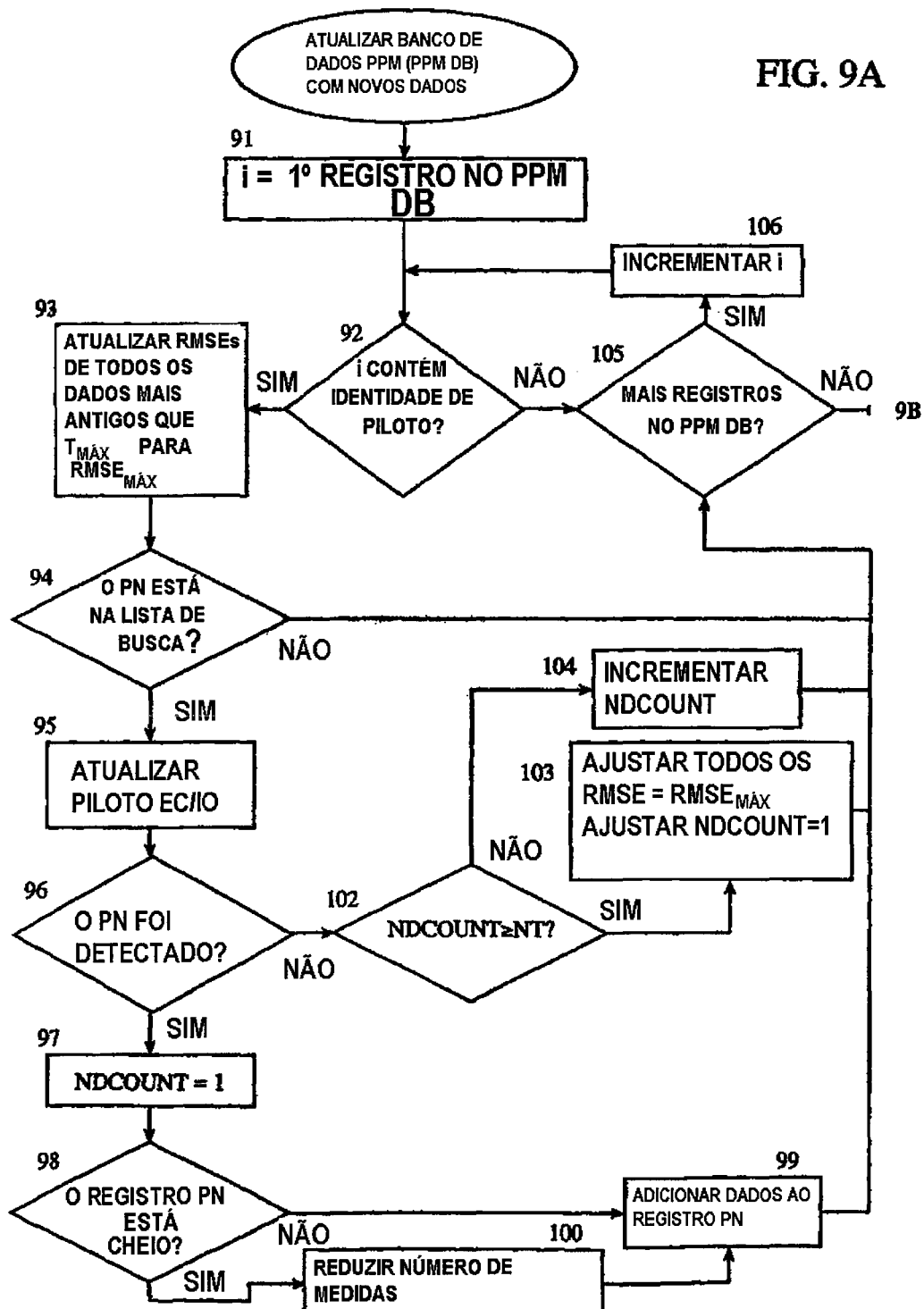
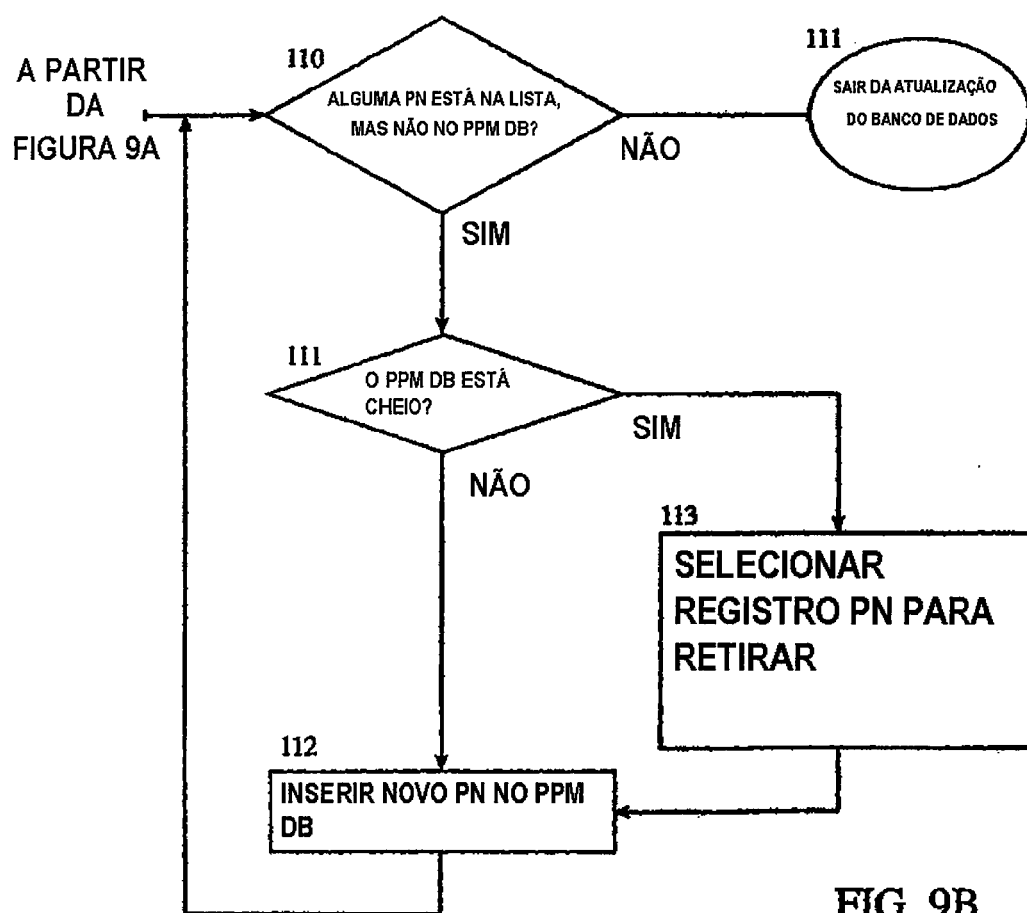


FIG. 8

FIG. 9A





RESUMO

MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA CALCULAR UMA MEDIDA DE DISTÂNCIA REPRESENTATIVA A PARTIR DE UM SINAL DE MULTIPERCURSO COMPREENDENDO MÚLTIPLOS TEMPOS DE CHEGADA

5 A presente invenção apresenta um método e um
equipamento para calcular uma medida representativa a
partir de múltiplas medidas de dados de sinais a partir de
estações base celulares, facilitando assim a utilização de
uma rede celular para determinar a posição de uma estação
10 móvel mesmo em ambientes que não sejam de linha de visada
e/ou de desvanecimento dinâmico. É apresentado um método
para calcular uma medida representativa que inclui
determinar uma janela de tempo, selecionar medidas de dados
dentro da janela, e calcular um tempo representativo de
15 chegada responsivo ao mesmo, tal como calcular a média de
todas as medidas de dados dentro da janela. Uma estimativa
RMSE representativa pode ser calculada. Para determinar uma
janela de tempo em que todas as medidas de dados dentro de
uma janela predeterminada a partir de um tempo de chegada
20 mais antigo, possa ser selecionada. Alternativamente a
janela pode ser determinada mediante derivação através das
medidas de dados. As medidas de dados podem ser armazenadas
em um banco de dados em uma estação móvel e o banco de
dados é atualizado para incluir cada nova medida.