



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

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



CARTA PATENTE N.º PI 9912895-0

Patente de Invenção

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito : PI 9912895-0

(22) Data do Depósito : 15/07/1999

(43) Data da Publicação do Pedido : 22/06/2000

(51) Classificação Internacional : G01S 5/14; G01S 5/00

(30) Prioridade Unionista : 11/08/1998 US 09/132,556

(54) Título : MÉTODO PARA REDUZIR O TEMPO DE BUSCA PARA CAPTAÇÃO DE SINAIS DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE (SPS), RECEPTOR DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE (SPS) E SISTEMA DE PROCESSAMENTO DIGITAL

(73) Titular : Qualcomm Incorporated, Sociedade Norte Americana. Endereço: 5775 Morehouse Drive, San Diego, California 92121-1714, Estados Unidos (US). Cidadania: Norte Americana.

(72) Inventor : Norman F. Krasner. Endereço: 1 Torino Lane, San Carlos, CA 94070, Estados Unidos. Cidadania: Norte Americana.

Prazo de Validade : 10 (dez) anos contados a partir de 23/09/2014, observadas as condições legais.

Expedida em : 23 de Setembro de 2014.

Assinado digitalmente por
Liane Elizabeth Caldeira Lage
Diretora de Patentes Substituta

"MÉTODO PARA REDUZIR O TEMPO DE BUSCA PARA CAPTAÇÃO DE SINAIS DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE (SPS), RECEPTOR DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE (SPS) E SISTEMA DE PROCESSAMENTO DIGITAL".

5 REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS CORRELACIONADOS

O presente pedido é uma "continuação em parte" do Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/845.545, depositado em 24 de abril de 1997 por Norman F. Krasner e uma "continuação em parte" do Pedido de Patente U.S. Nº de 10 Série 08/759.523, depositado em 4 de dezembro de 1996 por Norman F. Krasner e uma "continuação em parte" do Pedido de Patente U.S. Nº de Série 08/612.582, depositado em 8 de março de 1996 por Norman F. Krasner.

Campo da Invenção

15 A presente invenção está relacionada a receptores capazes de fazer a captação de sinais provenientes de satélites usados em sistemas de posicionamento por satélite (SPS), tais como o Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Histórico da Invenção

20 Os receptores SPS normalmente determinam sua posição pela computação dos momentos relativos de chegada de sinais transmitidos simultaneamente a partir de uma multiplicidade de satélites SPS (ou NAVSTAR). Tais satélites transmitem, como parte de sua mensagem, tanto 25 dados de posicionamento de satélite, as chamadas "efemérides", bem como dados sobre a temporização de relógio. O processo de busca e captação de sinais SPS, leitura dos dados de satélite para uma multiplicidade de satélites e computação da localização do receptor a partir 30 de tais dados consome muito tempo, amiúde demandando vários minutos. Em muitos casos, este longo tempo de processo é inaceitável e, ademais, limita muito a vida útil de baterias em aplicações portáteis em aparelhos miniaturizados. Além disso, sob severas condições de

bloqueio, em que uma maior sensibilidade de recepção é necessária, tal tempo de processamento pode aumentar de forma significativa.

Existem duas funções principais nos sistemas de recepção GPS: (1) a computação das pseudo distâncias até os vários satélites GPS; e (2) a computação da posição da plataforma de recepção utilizando tais pseudo distâncias e os dados de temporização e efemérides de satélite. As pseudo distâncias consistem simplesmente dos retardos de tempo medidos entre o sinal recebido a partir de cada satélite e um relógio local. Alternativamente, o retardo de tempo pode ser medido entre o sinal transmitido a partir de cada satélite e um relógio local. Neste caso, o histórico de posições de cada satélite é usado para incluir o retardo de trajetória do satélite ao sensor. Caso o retardo de tempo seja a seguir multiplicado pela velocidade da luz, consegue-se a pseudo distância expressa na forma de uma distância. Ela se torna uma distância verdadeira quando o tempo do relógio local (ou o desvio ou "bias" do relógio) e outros pequenos erros de temporização são considerados.

Para os propósitos da presente invenção, que diz respeito à busca e captação de sinais, utilizaremos a definição acima de pseudo distância como o retardo de tempo entre um sinal de satélite recebido e um relógio local. Além disso, a pseudo distância de interesse aqui é o módulo de tempo, o período de quadro da sequência básica de espalhamento pseudo aleatório, que para o sistema GPS dos EUA, código C/A, é de 1 milissegundo. Note-se que a pseudo distância deve ser distinguida da distância de satélite. A distância de satélite é uma distância verdadeira de um satélite até um receptor SPS. Em alguns casos a distância é expressa em unidades de tempo pela divisão da distância (em metros, por exemplo) pela velocidade da luz.

Os dados de efemérides e de temporização dos satélites são extraídos do sinal GPS uma vez que ele tenha

sido captado e seguido. Como foi acima mencionado, a coleta de tais informações normalmente demanda um tempo relativamente longo (de 30 segundos a vários minutos) e deve ser efetuada com um bom nível do sinal recebido de modo a se conseguir baixas taxas de erros. A presente invenção está principalmente relacionada a métodos rápidos para a determinação das pseudo distâncias de satélites à vista, de preferência de todos os satélites à vista.

A maioria dos receptores GPS utilizam métodos de correlação para computar as pseudo distâncias. Tais métodos de correlação são tipicamente executados em tempo real, amiúde com correlatores do hardware. Os sinais GPS contêm sinais repetitivos de taxa elevada denominados como sequências pseudo aleatórias (PN). Os códigos disponíveis para aplicações civis são denominados códigos C/A e possuem uma taxa binária de reversão de fase, ou taxa de "chipping", de 1,023 MHz e um período de repetição de 1023 chips para um período de código de 1 ms. As sequências de códigos pertencem a uma família conhecida como códigos de Gold. Cada satélite GPS irradia um sinal com um código Gold exclusivo.

Para um sinal recebido a partir de um dado satélite GPS, após um processo de conversão descendente para banda base, um receptor de correlação multiplica os sinais recebidos por uma réplica armazenada do código Gold apropriado contido dentro de sua memória local e, a seguir, integra ou filtra por passagem baixa, o produto de modo a obter uma indicação da presença do sinal. Tal processo é denominado como uma operação de "correlação". Pelo ajuste sequencial da temporização relativa de tal réplica armazenada em relação ao sinal recebido, e pela observação da magnitude da saída da correlação, ou de uma média de um conjunto de saídas sucessivas, o receptor pode determinar o retardo de tempo entre o sinal recebido e um relógio local. A determinação inicial da presença de tal saída é designada

como "captação". Uma vez ocorrida a captação, o processo entra na fase de "seguimento" ("tracking"), na qual a temporização da referência local é ajustada em pequenas quantidades de modo a manter uma elevada saída de 5 correlação. A saída de correlação durante a fase de seguimento pode ser considerada como o sinal GPS com o código pseudo aleatório retirado ou, na terminologia usual, "desespalhado". Tal sinal é de banda estreita, com a largura de banda tipicamente compatível com um sinal de 10 dados chaveado com deslocamento de fase binário de 50 bits por segundo, o qual é superposto sobre a forma de onda GPS.

O processo de captação de correlação demanda muito tempo, especialmente se os sinais recebidos forem fracos. Isto é devido ao fato de que um correlator deve 15 buscar a época do quadro PN de maneira serial em todas as 1023 posições de chips possíveis do código PN. Para melhorar o tempo de captação, a maioria dos receptores GPS utiliza uma multiplicidade de correlatores (tipicamente de até 12) o que permite uma busca paralela através das 20 possíveis posições de época para um máximo de correlação.

Um método de captação alternativo, descrito em um exemplo de um método na Patente U.S. Nº 5.663.734, propicia maior sensibilidade e maior velocidade de processamento por efetuar um grande número de operações FFT em conjunto com 25 operações especiais, opcionais, de pré-processamento e pós-processamento. Em tal método, os dados recebidos são convertidos descendente mente para uma frequência intermediária de baixa frequência adequada, digitalizados e armazenados em um armazenador ("buffer"). Tais dados são a 30 seguir trabalhados usando-se, em um exemplo, um CI de processamento de sinal digital programável que efetua a FFT acima mencionada e outras operações. Com efeito, tais operações permitem a implementação paralela de um grande número de correlatores (milhares). Além disso, uma vez que 35 as operações são efetuadas sobre um único conjunto, ou

"bloco", de dados, elas não ficam sujeitas aos níveis de sinal flutuantes e natureza mutável do ambiente de sinalização comuns às estratégias de correlatores.

Como foi acima mencionado, a primeira tarefa de um receptor GPS é a de determinar os tempos de chegada, ou pseudo distâncias, de cada um dos GPS que ele pode observar. Tal é feito por meio de um processo de busca. Existem duas variáveis principais que devem ser buscadas: tempo e frequência. Como foi acima mencionado, a estrutura de enquadramento pseudo aleatória de cada sinal GPS torna necessário buscar os 1023 chips do código para estabelecer uma sincronização de quadro PN inicial. No entanto, de um modo geral, existirá uma falta de conhecimento preciso sobre a frequência portadora de cada sinal GPS.

Normalmente, isto implica em que um conjunto de frequências portadoras deve também ser buscado. Caso contrário, um erro na frequência portadora poderia resultar em uma ausência de uma forte saída de correlação em todas as possíveis posições de época. A incerteza na frequência portadora é devida a três fatores: (A) o Doppler associado aos satélites, o qual é menor que ± 4 kHz; (B) o Doppler associado à plataforma de recepção caso ela esteja em movimento, o qual é tipicamente menor que várias centenas de Hz; e (C) erros de frequência associados ao oscilador de referência (LO) no receptor GPS, os quais podem variar de centenas de Hz a dezenas de quilohertz, dependendo da qualidade do oscilador usado no receptor. Normalmente, a busca sobre a portadora desconhecida é efetuada em incrementos de frequência, que são uma fração do inverso do tempo de integração coerente do correlator ou dispositivo de filtro casado. Tal tempo de integração coerente é igual ao número de quadros PN que são comparados a uma referência gerada localmente antes de qualquer operação de detecção. Tal número fica tipicamente na faixa de 1 a 20 quadros PN,

isto é, 1 a 20 milissegundos. Uma integração coerente acima de 20 milissegundos não é normalmente aconselhável, uma vez que a presença de dados binários chaveados por deslocamento de fase de 50 baud a priori desconhecido (a mensagem de dados do satélite) posicionados sobre o sinal não permite ganho de processamento coerente além de um período de bit de dados, ou 20 milissegundos. Como exemplo, portanto, caso o receptor use um tempo de integração coerente de 2 milissegundos, então um escalonamento adequado através de 10 frequências desconhecidas seria de 0,5/2 milissegundos, ou 250 Hz. Caso fosse necessária a busca em uma faixa de \pm 10 kHz, seria necessário um número de etapas igual a cerca de 80.

Além do processamento coerente, um receptor de captação efetua processamento incoerente. Isto é, a saída do processo de correlação coerente é detectada, com um detector da lei dos quadrados ou linear, e a seguir somada com saídas anteriores. Isto permite melhor sensibilidade. Na realidade, para detectar o GPS com bloqueio significativo, pode ser necessário um grande número de somas pós-detecção, em muitos casos de até 1000. Existe uma opção óbvia entre a sensibilidade e o número de integrações pós-detecção efetuadas. Note-se que se estiver sendo usado um único correlator para a captação de um sinal GPS, ele irá trabalhar por um período de $1 \text{ ms} \times N_{\text{pred}} \times N_{\text{posd}}$ segundos, em que N_{pred} é o número de quadros PN integrados coerentemente e N_{posd} é o número de pós-detecções somadas. Nos casos de elevado bloqueio tal tempo total de integração pode ser de até um segundo. O receptor de captação deve tipicamente buscar meios intervalos de chips em tempo através dos 1023 períodos de chips, totalizando 2046 possíveis retardos de tempo. O exemplo acima apresentado indicou que talvez 80 frequências portadoras diferentes deveriam ser buscadas. Dessa forma, podem existir 163.680

diferentes hipóteses de tempo - frequência, ou "bins" que devem ser buscadas para a captação de um sinal GPS. Um único correlator iria, portanto, requerer mais de 163.680 segundos para efetuar a busca no exemplo acima descrito 5 (uma duração de 1 segundo por bin de tempo - frequência e 80 bins de frequência). Isto, obviamente, não é prático.

Os sistemas GPS tradicionais permitem sensibilidade por tempo de captação. Dessa forma, se fosse utilizado um tempo de integração pré-detecção de 1 10 milissegundo e somente uma integração pós-detecção, para a situação acima de 80 bins de frequência, o tempo total de busca seria de 163,7 segundos. O que fica acima de dois minutos. Para reduzir ainda mais o tempo de captação, a maioria dos receptores GPS usa osciladores estabilizados 15 que reduzem as necessidades de busca para cerca de \pm 2 kHz e, portanto, isto iria reduzir a faixa de busca por um fator de 5 em relação ao exemplo acima. Uma alternativa para reduzir o tempo de captação é o uso de vários correlatores paralelos, ou uma estratégia de filtro casado, 20 tal como acima descrito. No entanto, note-se que vários sinais GPS devem ser captados de modo a se amarrar um ponto de posição.

Independentemente de qual estratégia de captação é empregada, é desejável reduzir a faixa de busca de 25 frequência e/ou a faixa de tempo de busca, de modo a reduzir o tempo de captação total. Muitos autores propuseram métodos para a redução da faixa ou gama de busca de frequência (ver, por exemplo, a Patente U.S. Nº 4.445.118). Eles normalmente giram em torno de se ter um 30 conhecimento aproximado das frequências Doppler dos satélites GPS. Tal conhecimento pode ser obtido por meio de uma fonte auxiliar de tais informações, tal como um enlace de comunicação, ou pode ser obtido pela computação de tais frequências Doppler, caso o receptor GPS possua um

conhecimento aproximado da hora e de local. Neste último caso, presume-se que o receptor GPS armazenou os chamados dados de almanaque providos pelos próprios satélites GPS. Tais dados propiciam a posição aproximada de satélites ao longo do tempo, o que é válido por períodos da ordem de um mês. Mesmo com o Doppler estimado, os tempos de busca necessários para a captação de sinais SPS são amiúde ainda longos. Vários meios podem também ser usados para reduzir a incerteza da frequência de referência local. Eles incluem estabilizar tal referência através de transmissões externas para o receptor GPS, usando-se osciladores especiais de alta estabilidade ou calibrados, etc. Deve ser notado que o erro devido à instabilidade do oscilador é comum a todos os sinais de satélite. Portanto, uma vez captado o sinal, é usualmente fácil eliminar o oscilador local como uma fonte primária de instabilidade de frequência.

É desejável, em um receptor SPS, limitar a faixa de busca sobre a época PN durante a captação inicial do sinal SPS, isto é, a busca sobre as 1023 possíveis posições de chips dos sinais GPS recebidos. Deve se notar que isto contrasta com o caso de recaptação em que o receptor deve recaptar sinais GPS após ele os ter recentemente perdido (por exemplo, dentro de vários segundos). Neste caso o receptor GPS meramente busca uma gama de épocas PN dentro das vizinhanças da última época PN a ser determinada. Estratégias para recaptação fazem parte da operação normal de receptores GPS praticamente desde que o conceito do GPS foi desenvolvido pela primeira vez.

Resumo da Invenção

A presente invenção proporciona vários métodos e equipamentos para reduzir o tempo de captação de sinais provenientes de satélites SPS. Em um exemplo de um método da presente invenção, é determinada uma localização aproximada do receptor SPS. Uma pseudo distância estimada para um satélite SPS específico é determinada a partir da

hora do dia, da localização aproximada e informações de posição de satélite do satélite SPS específico. O receptor SPS a seguir busca sinais SPS provenientes do satélite SPS específico em uma faixa determinada pela pseudo distância estimada. Tipicamente, tal método reduz o tempo de busca para a captação inicial de sinais SPS provenientes do satélite específico. Em um exemplo específico da presente invenção, a localização estimada é determinada a partir de uma fonte de informações baseada em células, a qual correlaciona uma identificação de cada uma dentre várias estações celulares sem fio com uma localização aproximada para objetos dentro de uma célula servida por uma estação rádio-base sem fio em um sistema de comunicação sem fio baseado em células, tal como um sistema de telefonia celular.

Em outro exemplo específico da presente invenção, um sistema servidor auxilia um receptor SPS móvel através da determinação das pseudo distâncias estimadas e levando tais pseudo distâncias estimadas a serem transmitidas para um receptor SPS móvel. O servidor pode estar acoplado ao receptor SPS móvel através de um sistema de comunicação sem fio baseado em células.

Em outros exemplos da presente invenção, o tempo necessário para captação de sinais provenientes de satélites SPS pode ser reduzido pela determinação de uma hora do dia com uma precisão melhor que a de um período de enquadramento dos sinais SPS (por exemplo, 1 milissegundo para o sistema GPS dos EUA) e obtenção de um conjunto de expressões matemáticas que especificam (para uma dada localização aproximada em um dado momento) a distância estimada (ou tempo de percurso do sinal) de um satélite SPS. A hora do dia e as expressões matemáticas determinam as pseudo distâncias estimadas em torno das quais a busca pode ser efetuada para a captação dos sinais SPS provenientes de satélites SPS.

Breve Descrição dos Desenhos

A Figura 1 mostra um exemplo de um receptor SPS que pode ser usado com a presente invenção.

5 A Figura 2 mostra uma representação esquemática de uma faixa de busca PN restrita de acordo com um exemplo da presente invenção.

A Figura 3 mostra um fluxograma representando um exemplo de um método de acordo com a presente invenção.

10 A Figura 4 mostra um exemplo de um sistema de comunicação sem fio à base de células.

A Figura 5 mostra um exemplo de um servidor de localização que pode ser usado para prover dados de auxílio SPS para um receptor SPS móvel de acordo com um exemplo da presente invenção.

15 A Figura 6 mostra um exemplo de um receptor SPS que pode ser usado com um servidor de localização.

A Figura 7 mostra um exemplo de um receptor GPS de referência que pode ser usado com o servidor de localização apresentado na Figura 4.

20 A Figura 8 mostra um exemplo de uma fonte de informações baseada em células que pode ser usada de acordo com um aspecto da presente invenção.

A Figura 9 é um fluxograma representando outro método de acordo com a presente invenção, no qual um 25 servidor de localização propicia informações de auxílio SPS de acordo com um exemplo da presente invenção.

A Figura 10 é uma tabela que representa métodos alternativos para redução do tempo de busca de acordo com vários exemplos da presente invenção; tais métodos podem 30 também ser usados em combinação.

Descrição Detalhada

A presente invenção propicia vários métodos e equipamentos para a redução do tempo de captação de sinais SPS provenientes de satélites SPS. A descrição e desenhos 35 que se seguem são ilustrativos da invenção e não devem ser

considerados como limitantes da mesma. Vários detalhes específicos são descritos para propiciar uma completa compreensão da presente invenção. No entanto, em certos casos, detalhes bem conhecidos ou convencionais não serão 5 descritos de modo a não obscurecer desnecessariamente os detalhes da presente invenção.

A Figura 1 mostra um exemplo de um receptor SPS, tal como um receptor GPS, que pode ser usado com a presente invenção. O receptor 101 inclui uma antena 102 para a 10 recepção de sinais SPS. Os sinais SPS provenientes da antena 102 são providos a um amplificador de baixo ruído 104 que amplifica os sinais, que são a seguir providos a um misturador 106 que é temporizado por um oscilador local 108. O misturador 106 produz sinais SPS convertidos 15 descendente mente que são processados pelo estágio de frequência intermediária 110 e são providos ao sistema correlator 112. O sistema correlator 112 está acoplado a um computador de navegação SPS 114. O computador de navegação SPS 114 tipicamente controla a operação do sistema 20 correlator 112 e do oscilador local 108 de tal modo que os sinais SPS são captados e seguidos e os dados de efemérides de satélite são a seguir lidos a partir dos sinais SPS de modo a determinar a posição do receptor SPS. O receptor 101 pode ser usado de acordo com a presente invenção pelo uso, 25 por exemplo, de uma pseudo distância estimada até um satélite específico, de modo a reduzir o tempo para a captação de sinais SPS provenientes de tal satélite. Tipicamente, tal receptor SPS irá incluir um receptor de comunicação que recebe informações auxiliares de posição ou 30 informações de hora do dia, tal como descrito a seguir, sendo tais informações providas ao computador de navegação SPS 114, o qual por sua vez usa as informações de acordo com a invenção para reduzir o tempo de busca para captação de sinais SPS provenientes de satélites SPS. A presente 35 invenção pode ser usada com receptores SPS possuindo

diferentes estruturas de receptor, incluindo, por exemplo, sistemas de receptor correlator convencionais, receptores utilizando processadores de sinais digitais com algoritmos de convolução (por exemplo, ver a Patente U.S. Nº 5.663.734), receptores utilizando filtros casados (por exemplo, ver Patente U.S. No.6.289.041, expedida em 11 de setembro de 2001 e intitulada "Fast Acquisition, High Sensitivity GPS Receiver" e receptores utilizando correlação altamente paralela (por exemplo, ver Patente U.S. 6.208.291 expedida em 27 de março de 2001 e intitulada "Highly Parallel GPS Correlator System and Method"; ver também a Publicação Internacional PCT Nº WO 97/40.398, publicada em 30 de outubro de 1997).

Duas estratégias são descritas a seguir que utilizam informações a priori para reduzir o tempo de busca de pseudo distâncias. Na primeira estratégia as informações precisas de hora do dia são combinadas com informações aproximadas de posição de usuário e satélite para restringir a faixa de busca. No segundo caso estão disponíveis apenas informações aproximadas sobre a hora do dia. Portanto a faixa de busca pelo sinal do primeiro satélite não é restrita, devendo ser buscada em sua totalidade (dentro de um período de quadro PN de 1 milissegundo). Buscas de pseudo distância subsequentes podem utilizar a pseudo distância assim determinada para o primeiro sinal recebido mais posições aproximadas de usuário e satélite para restringir suas faixas de busca. Este último caso é comentado em maiores detalhes a seguir seguido pelo primeiro caso.

Vamos presumir que o receptor SPS tenha feito a captação de um sinal SPS através de técnicas convencionais, tal como acima descrito. Vamos presumir mais que o receptor SPS possua um conhecimento aproximado de sua localização, por exemplo dentro de um raio de 16 quilômetros (10 milhas), da hora do dia, por exemplo com precisão de 1

segundo, e da posição aproximada do satélite ao longo do tempo, tal como provida pelo almanaque. Note-se que se o sinal recebido estiver forte o suficiente, as informações de tempo podem ser obtidas a partir do primeiro sinal 5 recebido dentro de um período de 6 segundos (um subquadro). A posição aproximada pode ser encontrada a partir de uma localização anterior, ou a partir de um conhecimento geral da localização (por exemplo, restringindo a localização a uma cidade e seus arredores), ou a partir de informações 10 auxiliares providas ao receptor, por exemplo através de um enlace de comunicações, tal como no exemplo a seguir.

É possível restringir as faixas de buscas pelo uso da posição aproximada. O receptor SPS deve fazer a captação de 4 sinais SPS para uma localização em 3 15 dimensões e 3 sinais para uma localização em duas dimensões. Vamos presumir que a época PN ocorre no tempo T1, módulo 1 milissegundo (o código PN se repete a cada 1 milissegundo). Vamos presumir mais que uma busca por um segundo sinal de satélite está em progresso. Se a 20 localização geográfica do receptor fosse conhecida com exatidão, sua época PN relativa a T1 seria conhecida com elevada precisão. Este é o caso, uma vez que as fontes restantes de erro seriam a hora do dia e o erro de posição de satélite. Consideremos esses dois erros. O erro da hora 25 do dia resulta em erros de posição de satélite. O Doppler dos satélites GPS é tipicamente menor que 2700 ns/s. Portanto, a diferença Doppler máxima entre dois satélites GPS é menor que cerca de $\pm 5,4 \mu\text{s}/\text{s}$. Logo, para um erro de tempo de 1 segundo, o erro resultante entre duas épocas PN 30 seria de $\pm 5,4 \mu\text{s}$, ou menos que ± 6 chips. Consideremos agora o erro de posição de satélite. Caso tal erro seja radialmente menor que 3,2 quilômetros (2 milhas), o erro de tempo máximo associado com os erros de posição é aquele correspondente ao tempo para que a luz percorra 3,2

quilômetros (2 milhas), ou cerca de 10 microssegundos. Dessa forma, neste exemplo, predomina o erro de posição de satélite. Caso somemos esses dois erros, veremos que resulta um erro de tempo de diferencial máximo de $\pm 15,4$ microssegundos. Isto corresponde a uma faixa de aproximadamente $\pm 15,4$ chips, podendo em muitos casos ser muito menos. Dessa forma, sob as circunstâncias acima, podemos restringir a faixa de busca em um fator de cerca de $1023/(2 \times 15,4) = 33,2$. Além disso, ao efetuar a busca em serpentina, iniciando com a época PN esperada para o segundo satélite, podemos, na média, reduzir muito mais tal tempo de busca. Esta melhor velocidade é tal que o tempo total de busca e captação para todos os sinais provenientes de satélites GPS, que não o primeiro satélite, não deve ser consideravelmente maior, sendo amiúde menor, que aquele para o primeiro satélite. Um exemplo da invenção está mostrado de forma esquemática na Figura 2.

Cada um dos "pulsos" 133, 134 e 138 de tal Figura representa o tempo de chegada da época do sinal do veículo satélite (SV - Satellite Vehicle). As grandes linhas verticais 131 e 132 representam as épocas PN do sinal PN (do receptor) gerado localmente. O tempo T1 136 é medido pelo receptor e se baseia no tempo de chegada medido do primeiro sinal SV em relação à época PN de referência 131. Uma vez que T1 seja determinado, o momento estimado de chegada do sinal do segundo satélite pode ser determinado. Tal é mostrado como um deslocamento δT_{nom} 137 em relação ao tempo medido T1. δT_{nom} é computado pela fórmula $(R2 - R1)/c$, em que R1 é a distância estimada da posição estimada do receptor sobre a terra até o primeiro satélite GPS e R2 é a distância estimada da posição estimada do receptor sobre a terra até o segundo satélite GPS, ambas utilizando a hora do dia estimada, e em que c é a velocidade da luz. Como foi comentado acima, as posições de satélite GPS estimadas, a

hora do dia estimada e a posição do receptor estimada estão todas em certo grau erradas, com o maior erro normalmente associado à posição do receptor. A área 135 em torno da posição $T_1 + \delta T_{\text{nom}}$ representa a incerteza no tempo de chegada das épocas PN provenientes do segundo satélite devido a tais erros. Isto é também mostrado como a faixa ou região E. Como foi acima ilustrado, isto pode ser tipicamente da ordem de dezenas de microssegundos. Uma vez que somente a região E deve ser buscada quanto à segunda pseudo distância SV, fica óbvio que se consegue uma grande redução no tempo de busca, em relação à busca pelo tempo de chegada entre épocas PN adjacentes.

A Figura 3 é um fluxograma mostrando as etapas para captação das pseudo distâncias em um exemplo de uma maneira eficiente acima descrita. O processamento se inicia com a captação do primeiro sinal GPS na etapa 161 e a determinação de uma pseudo distância até o satélite correspondente que está transmitindo seu primeiro sinal. Uma vez feito isto, a hora do dia pode ser obtida pela leitura da mensagem de dados de satélite a partir de tal sinal ou pela transmissão de tais dados a partir de uma fonte externa para o receptor. Alternativamente, o receptor pode ter estado mantendo uma boa estimativa sobre a hora do dia utilizando um contador de tempo transcorrido. O receptor recupera na etapa 163 as informações sobre a posição do usuário e a posição do satélite, seja a partir de informações armazenadas amealhadas no passado (por exemplo, dados de almanaque) ou através de uma transmissão de tais informações por meio de um enlace de comunicação (ou mesmo alimentação manual). A partir de tais informações a pseudo distância estimada (periódos de módulo 1 milissegundo) é estimada na etapa 165 e uma avaliação sobre o erro (por exemplo, faixa de erro) de tal estimativa é efetuada na etapa 167 com base nos erros da posição do

receptor, hora do dia e qualidade das informações de posição do satélite. O receptor a seguir busca na etapa 169 a faixa restrita de pseudo distância possível igual à pseudo distância estimada mais ou menos a faixa de erro.

5 Normalmente, na captação inicial, a pseudo distância estimada não está baseada em uma pseudo distância previamente determinada para o satélite SPS específico. Tal processo é normalmente repetido para todos os satélites, na etapa 171, até eles serem todos captados. Note-se que uma

10 vez que três sinais de satélites sejam captados, pode-se normalmente computar uma localização de posição em duas dimensões, o que irá reduzir em muito o erro de posição do receptor. Tal informação pode a seguir ser usada para reduzir ainda mais a região de busca da pseudo distância

15 para SVs subsequentes.

A estratégia acima é especialmente vantajosa quando o erro devido à instabilidade do oscilador local não domina o tempo de captação do primeiro satélite. Portanto, o tempo de busca é dominado pela busca pelo Doppler de 20 satélite e, naturalmente, época PN desconhecida. Dessa forma, a estratégia acima descrita pode, potencialmente, reduzir o tempo de captação de todos os satélites em uma quantidade que se aproxima de M , em que M é o número de satélites a serem captados. Além disso, os vários métodos e 25 equipamentos da invenção podem ser usados com técnicas para prover um sinal de oscilador local estável que é usado para fazer a captação de sinais GPS, tais como as técnicas descritas na Patente U.S. 5.874.914 expedida em 23 de fevereiro de 1999 e intitulada "GPS Receiver Utilizing a Communication Link" e Patente U.S. 5.841.396 expedida em 30 24 de novembro de 1998 e intitulada "GPS Receiver Utilizing a Communication Link" (ambos as patentes sendo aqui incorporadas por referência).

O método acima descrito reduz dramaticamente o 35 tempo para captação do segundo e subsequentes sinais de

satélites, porém não reduz o tempo para captar o sinal do primeiro satélite. No exemplo acima mencionado, sinais GPS subsequentes iriam ser captados em 1/33 avos do tempo do primeiro. Portanto, caso o primeiro sinal requeira o tempo de captação D e caso um total de 6 sinais deva ser captado, então o tempo total de captação seria $(1+5/33)D$, contra 6D caso uma busca direta fosse efetuada, um fator de 5,21 de economia. Em muitas situações uma melhoria muito maior pode ser conseguida caso o primeiro sinal possa ser captado mais rapidamente. Isto requer um certo conhecimento preciso do tempo absoluto (por exemplo, um erro menor que 100 microssegundos) no receptor GPS. Isto pode amiúde ser conseguido por meio de um mecanismo de transferência de tempo. É aqui presumido que o receptor possui um conhecimento aproximado de sua posição e informações aproximadas da posição dos satélites (almanaque de satélites).

Tal mecanismo de transferência de tempo é possível por meio de um enlace de comunicação auxiliar proveniente de uma fonte externa ao receptor GPS. Existem vários exemplos disto. O primeiro deles é o padrão de telefonia celular IS-95 CDMA de espectro espalhado, que provê informações de temporização que são precisas a até aproximadamente 1 microssegundo, mas quaisquer retardos de propagação da estação base celular até o telefone celular e retardos de processamento de sinais dentro do próprio telefone. Uma distância de 8 quilômetros (5 milhas) da estação rádio-base até o telefone, que representa um retardo em trajetória relativamente longo, resulta em um retardo de tempo de cerca de 26 microssegundos. Caso o receptor GPS presuma um retardo médio de trajetória de 13 microssegundos, isto resulta em um erro de ± 13 microssegundos. É razoável se presumir que a pior hipótese de erro de transferência de tempo em tal sistema possa ser

mantida abaixo de cerca de ± 20 microssegundos. Uma vez que a duração total do quadro PN é de 1 milissegundo, isto reduz o tempo de busca pelo primeiro satélite por um fator de 26, caso seja usado um sistema correlator padrão.

5 Novamente, usando o exemplo anterior, seria obtido um tempo de busca total de aproximadamente $D/26+5D/33$, ou $0,19D$ em comparação a $6D$ sem restrição do tempo de busca, ou um fator de economia de 31,6. Este constitui aproximadamente $1/6$ do tempo de busca necessário caso somente o tempo

10 absoluto esteja disponível.

Outros mecanismos de transferência de tempo podem estar disponíveis em casos especializados. Um enlace de comunicação dedicado pode ser estabelecido para prover sinais de temporização para uma área local. Certos sinais de difusão, tais como os da WWW e suas variações, propiciam informações de temporização, porém a precisão de tais sinais pode não ser suficiente para permitir uma redução significativa no tempo de captação. Muitos sistemas celulares do tipo CDMA estão sendo propostos atualmente

15 como padrões mundiais e alguns destes sistemas podem incorporar mecanismos de transferência de tempo.

20

Na descrição acima foi utilizada a hora do dia precisa (erro menor que 100 microssegundos, por exemplo) em conjunto com a posição aproximada e o conhecimento das

25 posições de satélites para encontrar a primeira pseudo distância de forma não ambígua. As outras pseudo distâncias são a seguir encontradas por meio de uma computação de deslocamentos de tempo a partir da primeira pseudo distância e das posições aproximadas de satélites.

30 Naturalmente é possível tratar cada pseudo distância correspondente a cada sinal de satélite recebido separadamente e, portanto, procurar cada pseudo distância sem referência às outras. No entanto, isto pode implicar em um tempo de busca desnecessário, especialmente se predomina

o erro no tempo absoluto. Como exemplo, suponhamos que o tempo absoluto esteja com erro de 50 microssegundos e que todas as outras fontes de erro (por exemplo, o erro de localização aproximada) totalizem 20 microssegundos. Assim 5 sendo, a busca pela primeira pseudo distância requer a busca em uma faixa de pelo menos 70 microssegundos. Caso se procure a segunda pseudo distância independentemente, ela iria novamente requerer uma faixa de busca acima de 70 microssegundos. No entanto, com relação à posição da 10 primeira pseudo distância a faixa de busca para a segunda seria de apenas 20 microssegundos. Dito de outra forma, a busca pela primeira pseudo distância reduziu a faixa de busca, com relação a um relógio local no receptor, pelo erro de temporização de 50 microssegundos. Portanto as 15 buscas subsequentes podem se aproveitar de tal redução na faixa de busca.

Outra modalidade da presente invenção utiliza um sistema servidor. Alguns sistemas GPS móveis operam em conjunto com um servidor remoto. Tipicamente, o receptor 20 GPS móvel computa pseudo distâncias e as envia para o servidor para uma computação final de posição. Tal disposição possibilita uma maior sensibilidade do receptor uma vez que o receptor não necessita ler a mensagem de dados do satélite GPS, uma tarefa que requer uma relação 25 sinal/ruído recebido bastante elevada. Em tal situação, a comunicação com o servidor permite que este propicie informações ao receptor GPS que auxiliam a restringir sua faixa de busca. A Patente U.S. Nº 5.663. 734 descreve um sistema que inclui um servidor e um receptor GPS móvel. O 30 fluxograma de operação pode funcionar tal como na Figura 3, exceto que o servidor computa a pseudo distância estimada de todos os sinais SV em relação ao primeiro a ser buscado. Isto é, a operação dos blocos 163, 165 e 167 da Figura 3 é efetuada no servidor. Tal pode ser feito uma vez que o 35 servidor, presumido estar em proximidade ao receptor GPS ou

em outro local, conhece sua localização aproximada, sabe a hora do dia, a localização aproximada do usuário e conhece as informações de posição dos satélites. Portanto, o servidor pode enviar as pseudo distâncias estimadas para o receptor GPS com relação ao primeiro sinal de SV GPS a ser buscado. Após finalizadas as operações da Figura 3, o receptor GPS envia pseudo distâncias marcadas com o tempo para o servidor, que completa o cálculo de posição. Tal marcação com o tempo deve possuir uma precisão de apenas vários milissegundos e é necessária para efetuar o cálculo final de posição precisamente. A marcação com o tempo é necessária para que a posição aproximada dos satélites GPS seja conhecida quando as pseudo distâncias forem medidas. Novamente, tal marcação com o tempo pode ser efetuada usando-se sinais recebidos no receptor GPS, tais como aqueles disponíveis em uma rede celular CDMA.

A Figura 4 mostra um exemplo de um sistema de comunicação baseado em células 10 que inclui uma pluralidade de estações celulares, cada uma das quais está projetada para servir a uma região geográfica ou localização específica. Os exemplos de tais sistemas de comunicação baseados em células são bem conhecidos pelos técnicos na área, tais como os sistemas de telefonia baseados em células. O sistema de comunicação baseado em células 10 inclui duas células 12 e 14, ambas definidas como estando dentro de uma área de serviço celular 11. Além disso, o sistema 10 inclui as células 18 e 20. Será notado que uma pluralidade de outras células, com as correspondentes estações celulares e/ou áreas de serviço celular podem também ser incluídas no sistema 10 acopladas a uma ou mais centrais de comutação celular, tais como a central de comutação celular 24 e a central de comutação celular 24b.

No interior de cada célula, tal como a célula 12, existe uma estação rádio-base sem fio ou estação rádio-

base, tal como a estação rádio-base 13, que inclui uma antena 13a que está projetada para se comunicar através de um meio de comunicação sem fio com um receptor de comunicação que pode estar combinado com um receptor GPS 5 móvel, tal como o receptor 16 apresentado na Figura 4. Um exemplo de tal sistema combinado, possuindo um receptor GPS e um sistema de comunicação é apresentado na Figura 6 e pode incluir tanto uma antena GPS 77 como uma antena do sistema de comunicação 79.

10 Cada estação rádio-base está acoplada a uma central de comutação celular. Na Figura 4, as estações celulares 13, 15 e 19 estão acopladas à central de comutação 24 através das conexões 13b, 15b e 19b, respectivamente, e a estação rádio-base 21 está acoplada a 15 uma central de comutação 24b diferente através da conexão 21b. Tais conexões são tipicamente conexões por linhas de cabos entre a respectiva estação rádio-base e as centrais de comutação celular 24 e 24b. Cada estação rádio-base inclui uma antena para comunicação com sistemas de 20 comunicação servidos pela estação rádio-base. Em um exemplo, a estação rádio-base pode ser uma estação celular de telefonia celular que se comunica com telefones celulares móveis na área servida pela estação rádio-base. Será notado que um sistema de comunicação no interior de 25 uma célula, tal como o receptor 22 mostrado na célula 4, pode na realidade se comunicar com a estação rádio-base 19 na célula 18 devido ao bloqueio de sinal (ou outras razões pelas quais a estação rádio-base 21 não pode se comunicar com o receptor 22).

30 Em uma típica modalidade da presente invenção, o receptor GPS móvel 16 inclui um sistema de comunicação baseado em células que está integrado com o receptor GPS, de tal forma que tanto o receptor GPS como o sistema de comunicação ficam encerrados no mesmo estojo ou alojamento. 35 Um exemplo disto é constituído por um telefone celular

possuindo um receptor GPS integrado que compartilha circuitos em comum com o transceptor de telefone celular. Quando tal sistema combinado é usado para comunicações por telefone celular, as transmissões ocorrem entre o receptor 5 16 e a estação rádio-base 13. As transmissões provenientes do receptor 16 para a estação rádio-base 13 são a seguir propagadas através da conexão 13b para a central de comutação celular 24 e a seguir para outro telefone celular em uma célula servida pela central de comutação celular 24 10 ou através de uma conexão 30 (tipicamente por cabos) para outro telefone através do sistema / rede de telefonia baseado em terra 28. Será notado que o termo "por cabos" inclui fibras ópticas e outras conexões por fio, tais como cabos de cobre, etc. As transmissões provenientes do outro 15 telefone que está em comunicação com o receptor 16 são transportadas da central de comutação celular 24 através da conexão 13b e da estação rádio-base 13 de volta ao receptor 16 da forma convencional.

O sistema de processamento de dados remoto 26 20 (que pode ser designado em algumas modalidades como um servidor GPS ou um servidor de localização) está incluído no sistema 10 e, em uma modalidade, é usado para determinar a posição de um receptor GPS móvel (por exemplo, o receptor 16) usando sinais GPS recebidos pelo receptor GPS. O 25 servidor GPS 26 pode estar acoplado ao sistema / rede de telefonia baseado em terra 28 através de uma conexão 27 e ele pode também estar opcionalmente acoplado à central de comutação celular 24 através da conexão 25 e também opcionalmente acoplado à central 24b através da conexão 30 25b. Será notado que as conexões 25 e 27 são tipicamente conexões por fios, apesar de poderem ser sem fio. É também mostrado, como um componente opcional do sistema 10, um terminal de consulta 29, que pode consistir de outro sistema de computador que está acoplado através da rede 28 35 ao servidor GPS 26. Tal terminal de consulta 29 pode enviar

uma requisição, quanto à posição de um receptor GPS específico em uma das células, ao servidor GPS 26, o qual a seguir inicia uma conversação com um sistema de comunicação / receptor GPS específico através da central de comutação celular de modo a determinar a posição do receptor GPS e reportar tal posição de volta ao terminal de consulta 29. Em outra modalidade, uma determinação de posição para um receptor GPS pode ser iniciada por um usuário de um receptor GPS móvel; por exemplo, o usuário do receptor GPS móvel pode teclar 911 no telefone celular integrado para indicar uma situação de emergência na localidade do receptor GPS móvel e isto pode dar início a um processo de localização da forma aqui descrita.

Deve ser notado que um sistema celular ou de comunicação baseado em células é um sistema de comunicação que possui mais de um transmissor, cada um dos quais serve a uma diferente área geográfica, a qual está predefinida em qualquer momento no tempo. Tipicamente, cada transmissor constitui um transmissor sem fio que serve a uma célula que possui um raio geográfico menor que 32 quilômetros (20 milhas), apesar de que a área de cobertura depende do sistema celular específico. Existem numerosos tipos de sistemas de comunicação celular, tais como telefones celulares, PCS (Sistema Pessoal de Comunicação), SMR (Rádio Móvel Especializado), sistemas de chamada ("pager") unidirecionais e bidirecionais, RAM, ARDIS e sistemas de dados em pacote sem fio. Tipicamente, as áreas geográficas predefinidas são denominadas como células e uma pluralidade de células é agrupada em uma área de serviço celular, tal como a área de serviço celular 11 apresentada na Figura 4, e tais pluralidades de células estão acopladas a uma ou mais centrais de comutação celular que propiciam conexões a sistemas e/ou redes de telefonia baseados em terra. As áreas de serviço são amiúde utilizadas para propósitos de bilhetagem. Portanto, pode ocorrer o caso em que células em

mais de uma área de serviço estejam conectadas a uma central de comutação. Como exemplo, na Figura 4, as células 1 e 2 estão na área de serviço 11 e a célula 3 está na área de serviço 13, porém todas as três estão conectadas à 5 central de comutação 24. Alternativamente, ocorre algumas vezes que células no interior de uma área de serviço estão conectadas a diferentes centrais de comutação, especialmente em áreas de população densa. De um modo geral, uma área de serviço é definida como uma coletânea de 10 células dentro de uma proximidade geográfica mútua. Outra classe de sistemas celulares que se ajusta à descrição acima é a baseada em satélites, em que as estações base celulares ou estações celulares são satélites que tipicamente estão em órbita terrestre. Em tais sistemas, os 15 setores de células e áreas de serviço se movem em função do tempo. Os exemplos de tais sistemas incluem o Iridium, Globalstar, Orbcomm e Odyssey.

A Figura 5 mostra um exemplo de um servidor GPS 50 que pode ser usado como o servidor GPS 26 da Figura 4. O 20 servidor GPS 50 da Figura 5 inclui uma unidade de processamento de dados 51 que pode ser um sistema de computador digital tolerante a falhas. O servidor GPS 50 inclui também um modem ou outra interface de comunicação 52 e um modem ou outra interface de comunicação 53 e um modem 25 ou outra interface de comunicação 54. Tais interfaces de comunicação propiciam conectividade para a troca de informações de e para o servidor de localização apresentado na Figura 5 entre três diferentes redes, que são apresentadas como as redes 60, 62 e 64. A rede 60 inclui a 30 central ou centrais de comutação celular e/ou os comutadores do sistema de telefonia baseado em terra ou as estações rádio-base. Dessa forma, a rede 60 pode ser considerada como incluindo as centrais de comutação celular 24 e 24b e o sistema / rede de telefonia baseado em terra 35 28 e a área de serviço celular 11, bem como as células 18 e

20. A rede 64 pode ser considerada como incluindo o terminal de consulta 29 da Figura 4, um exemplo do qual é o Ponto de Resposta de Segurança Pública (PSAP - Public Safety Answering Point) que é tipicamente o centro de 5 controle que responde às chamadas telefônicas 911 de emergência. No caso do terminal de consulta 29, tal terminal pode ser usado para consultar o servidor 26 de modo a se obter informações de posição de um receptor GPS móvel designado localizado nas várias células do sistema de 10 comunicação baseado em células. Neste caso, a operação de localização é iniciada por outra pessoa que não o usuário do receptor GPS móvel. No caso de uma chamada telefônica 911 proveniente do receptor GPS móvel que inclui um telefone celular, o processo de localização é iniciado pelo 15 usuário do telefone celular. A rede 62, que representa a rede GPS de referência 32 da Figura 4, é uma rede de receptores GPS que são receptores GPS de referência projetados para prover informações de correção GPS diferencial e também para prover dados de sinal GPS que 20 contém os dados de efemérides de satélites para a unidade de processamento de dados. Quando o servidor 50 serve a uma área geográfica muito grande, um receptor GPS local opcional, tal como o receptor GPS opcional 56, pode não ser capaz de observar todos os satélites GPS que estão à vista 25 de receptores GPS móveis por toda esta área. Assim sendo, a rede 62 coleta e provê dados de mensagens de satélite que contém dados de efemérides de satélites e provê dados de correção de GPS diferencial aplicáveis dentro de uma ampla área de acordo com a presente invenção.

30 Como apresentado na Figura 5, um dispositivo de armazenamento de massa 55 está acoplado à unidade de processamento de dados 51. Tipicamente o armazenamento de massa 55 irá incluir armazenamento para software para efetuar os cálculos de posição GPS após receber pseudo 35 distâncias provenientes dos receptores GPS móveis, tal como

um receptor 16 da Figura 4. Tais pseudo distâncias são normalmente recebidas através da estação rádio-base e central de comutação celular e do modem ou outra interface 53. O dispositivo de armazenamento de massa 55 inclui 5 também software, pelo menos em uma modalidade, o qual é usado para receber e usar os dados de mensagens de satélite que contém dados de efemérides de satélites providos pela rede de referência GPS 32 através do modem ou outra interface 54. O dispositivo de armazenamento de massa 55 tipicamente inclui também uma base de dados que armazena 10 informações de objetos de célula, tais como os identificadores de estações rádio-base e correspondentes localizações aproximadas que são tipicamente localizações estimadas para um receptor SPS móvel que está em rádio 15 comunicação com uma estação rádio-base específica. Tais informações de objetos de células e correspondentes localizações constituem uma fonte de informações baseada em células, um exemplo da qual é apresentado na Figura 8 e será adicionalmente descrito a seguir.

20 Em uma típica modalidade da presente invenção o receptor GPS opcional 56 não é necessário, uma vez que a rede de referência GPS 32 da Figura 4 (apresentada como a rede 62 da Figura 5) provê as informações de GPS diferencial, bem como provê as mensagens de navegação cruas 25 proveniente dos satélites à vista dos vários receptores de referência na rede GPS de referência. Será notado que nos modos auxiliados pelo servidor (em que o servidor provê dados auxiliares ao receptor SPS móvel) os dados da mensagem de satélite obtidos a partir da rede através do 30 modem ou outra interface 54 são normalmente usados de uma maneira convencional com as pseudo distâncias obtidas a partir do receptor GPS móvel de modo a computar as informações de posição para o receptor GPS móvel. As interfaces 52, 53 e 54 podem, cada uma, ser um modem ou 35 outra interface de comunicação adequada para acoplar a

unidade de processamento de dados a outros sistemas de computador, como no caso da rede 64, e a sistemas de comunicação baseados em células, como no caso da rede 60, e a dispositivos de transmissão, tais como os sistemas de 5 computador na rede 62. Em uma modalidade, será notado que a rede 62 inclui uma pluralidade de receptores GPS de referência dispersos por uma ampla região geográfica. As informações de correção de GPS diferencial, obtidas a partir de um receptor próximo à estação rádio-base ou área 10 de serviço celular que está em comunicação com o receptor GPS móvel através do sistema de comunicação baseado em células, irão prover informações de correção de GPS diferencial que são apropriadas para a localização aproximada do receptor GPS móvel.

15 A Figura 6 mostra um sistema combinado generalizado que inclui um receptor GPS e um transceptor de sistema de comunicação. Em um exemplo, o transceptor de sistema de comunicação é um telefone celular (algumas vezes também designado como um telefone de célula ou um telefone PCS). O sistema 75 inclui um receptor GPS 76 possuindo uma antena GPS 77 e um transceptor de comunicação 78 possuindo uma antena de comunicação 79. O receptor GPS 76 está acoplado ao transceptor de comunicação 78 através da conexão 80 apresentada na Figura 6. Em um modo de operação 20 de acordo com um exemplo da invenção, o transceptor do sistema de comunicação 78 recebe informações Doppler aproximadas e de pseudo distâncias estimadas através da antena 79 e provê tais informações Doppler aproximadas e pseudo distâncias estimadas através do enlace 80 ao 25 receptor GPS 76 que efetua a determinação de pseudo distância ao receber os sinais GPS provenientes dos satélites GPS através da antena GPS 77. As pseudo distâncias determinadas são a seguir transmitidas para um servidor de localização, tal como o servidor GPS mostrado 30 na Figura 4, através do transceptor do sistema de 35

comunicação 78. Tipicamente o transceptor do sistema de comunicação 78 envia um sinal através da antena 79 para uma estação rádio-base a qual a seguir transfere tais informações de volta ao servidor GPS, tal como o servidor 5 GPS 26 da Figura 4. Exemplos de várias modalidades para o sistema 75 são conhecidos pelos técnicos na área. Como exemplo, a Patente U.S. Nº 5.663.734 descreve um exemplo de um receptor GPS e sistema de comunicação combinados que utiliza um sistema de receptor GPS aperfeiçoado. Outro 10 exemplo de um sistema GPS e de comunicação combinados foi descrito na Patente U.S. 6.002.363 expedida em 14 de dezembro de 1999 e intitulada "Combined GPS Positioning System and Communications System Utilizing Shared Circuitry". Várias estruturas diferentes de receptores GPS 15 podem ser utilizadas com a presente invenção; como exemplo, os vários exemplos da invenção podem ser usados com receptores SPS correlacionados convencionais de canal único ou paralelos, receptores SPS que utilizam processadores de sinais digitais com algoritmos de correlação (ver por exemplo a Patente U.S. 5.663.734), receptores SPS 20 utilizando filtros casados (por exemplo, ver a Patente U.S. 6.289.041 expedida em 11 de setembro de 2001 e intitulada "Fast Acquisition, High Sensitivity GPS Receiver", patente esta que é aqui incorporada por referência) e receptores 25 SPS utilizando sistemas de correlação altamente paralela tais como aqueles acima mencionados. O sistema 75 da Figura 6, bem como numerosos sistemas alternativos de comunicação possuindo receptores SPS, podem ser empregados com os métodos da presente invenção para operar com a rede GPS de 30 referência da presente invenção ou com um servidor SPS que não faça parte de uma rede (por exemplo, um servidor em uma estação rádio-base com um receptor GPS de referência provendo ao servidor informações de tempo e posição de satélites).

A Figura 7 apresenta uma modalidade de uma estação GPS de referência. Será notado que cada estação de referência pode ser montada desta forma e acoplada à rede ou meio de comunicação. Tipicamente, cada estação GPS de referência, tal como a estação GPS de referência 90 da Figura 7, irá incluir um receptor GPS de referência 92 de frequência dupla, o qual é acoplado a uma antena GPS 91, que recebe sinais GPS provenientes de satélites GPS à vista da antena 91. Os receptores GPS de referência são bem conhecidos pelos técnicos na área. O receptor GPS de referência 92, de acordo com uma modalidade da presente invenção, provê pelo menos dois tipos de informações como saídas a partir do receptor 92. As saídas de pseudo distância 93 são providas a um processador e interface de rede 95 e tais saídas de pseudo distância são usadas para computar correções de pseudo distância da maneira convencional para aqueles satélites à vista da antena GPS 91. O processador e interface de rede 95 podem ser um sistema de computador digital convencional que possui interfaces para receber dados provenientes de um receptor GPS de referência, tal como é do conhecimento dos técnicos na área. O processador 95 irá tipicamente incluir software projetado para processar os dados de pseudo distância para determinar a correção de pseudo distância apropriada para cada satélite à vista da antena GPS 91. Tais correções de pseudo distâncias são a seguir transmitidas através da interface de rede para a rede ou meio de comunicação 96 ao qual outras estações GPS de referência estão também acopladas. O receptor GPS de referência 92 também propicia uma saída de dados de mensagens de satélite 94. Tais dados são provados ao processador e interface de rede 95 que a seguir transmite tais dados para a rede de comunicação 96.

A saída dos dados de mensagens de satélite 94 é tipicamente dados binários crus de navegação a 50 baud codificados nos sinais GPS reais recebidos a partir de cada

satélite GPS. Assim sendo, o conteúdo de informações inclui equações precisas de posição de satélites (denominadas equações de efemérides), informações de posição aproximada de satélites para todos os satélites, modelos de erros de 5 relógio, hora do dia e outras informações. Tais dados de mensagem de satélite são também designados como uma mensagem de navegação que é difundida na forma de fluxo de dados de 50 bits por segundo nos sinais GPS provenientes dos satélites GPS e está descrita em maiores detalhes no 10 documento GPS ICD-200. O processador e interface de rede 95 recebe tal saída de dados de mensagens de satélite 94 e a transmite em tempo real ou tempo quase real para a rede de comunicação 96. Tais dados de mensagem de satélite são transmitidos para a rede de comunicação e são recebidos 15 através da rede em vários servidores de localização de acordo com aspectos da presente invenção.

Em certas modalidades da presente invenção, somente certos segmentos dos dados de mensagem de satélite podem ser enviados para servidores de localização de modo a 20 reduzir as exigências de largura de banda para as interfaces de rede e para a rede de comunicação. Além disso, pode não ser necessário prover tais dados de forma contínua. Como exemplo, somente os primeiros três quadros que contêm equações de efemérides, em lugar de todos os 5 quadros juntos, podem ser transmitidos para a rede de comunicação 96. Será notado que em uma modalidade da presente invenção, o servidor de localização pode usar os dados de mensagem de satélite transmitidos a partir de um 25 ou mais receptores GPS de referência de modo a efetuar um método para a medição de tempo relacionado a mensagens de dados de satélite, tal como o método descrito na Patente U.S. 5.812.087 expedida em 22 de setembro de 1998 e intitulada "Method and Apparatus For Satellite Positioning System Based Time Measurement". Deve também ficar claro que 30 o receptor GPS de referência 92 decodifica os diferentes 35

sinais GPS provenientes dos diferentes satélites GPS à vista do receptor de referência 92 de modo a prover a saída de dados binários 94 que contém os dados de efemérides de satélites.

5 A Figura 8 mostra um exemplo de uma fonte de informações baseada em células que em uma modalidade pode ser mantida em uma estação de processamento de dados tal como o servidor GPS 26 mostrado na Figura 4. Alternativamente, tal fonte de informações pode ser mantida
10 em uma central de comutação celular tal como a central de comutação celular 24 da Figura 4 ou em cada estação rádio-base, tal como a estação rádio-base 13 apresentada na Figura 4. No entanto, tipicamente, tais informações são mantidas e rotineiramente atualizadas no servidor de
15 localização que está acoplado à central de comutação celular. A fonte de informações pode manter os dados em vários formatos e será notado que o formato apresentado na Figura 8 ilustra apenas um exemplo de um formato. Tipicamente, cada localização estimada, tal como a
20 localização estimada 212a, irá incluir um objeto de célula correspondente, tal como uma localização de estação rádio-base ou identificação para uma estação rádio-base ou área de serviço, tal como o identificador de estação rádio-base 208a. As informações na fonte de informações baseada em
25 células 201 podem ser mantidas em uma base de dados que inclua informações de objetos de células, tais como uma identificação de áreas de serviço celular ou estações celulares mostradas nas colunas 208 e 210, respectivamente, e podem também incluir as localizações estimadas
30 correspondentes, tais como as informações mostradas na coluna 212. Será notado que cada localização estimada pode ser uma localização média da região geográfica coberta pela cobertura do rádio sinal proveniente de uma estação rádio-base. Podem ser usadas outras representações matemáticas da
35 localização estimada em torno da estação rádio-base. Pode

ser útil o uso de uma localização estimada próximo à estação rádio-base (tal como a localização estimada 212a) em lugar da localização da estação rádio-base, particularmente quando a posição da estação rádio-base pode 5 não ser representativa das localizações em que os receptores GPS móveis podem estar posicionados naquela área específica de cobertura de rádio da estação rádio-base.

O uso da fonte de informações baseada em células 201 será agora descrito em conjunto com a Figura 9, que 10 mostra um exemplo de um método da presente invenção. Na descrição que se segue, será presumido que o receptor GPS móvel irá receber sinais SPS e determinar pseudo distâncias a partir de tais sinais, porém não completará um cálculo de solução de posição no receptor móvel. Ao contrário, o 15 receptor móvel irá transmitir tais pseudo distâncias para uma estação rádio-base específica com a qual ele está em rádio comunicação e tal estação rádio-base irá repassar as pseudo distâncias para uma central de comutação móvel, o qual por sua vez irá repassar as pseudo distâncias para um 20 servidor de localização, tal como o servidor GPS 26 da Figura 4.

O método da Figura 9 se inicia na etapa 251, em que um receptor SPS móvel transmite uma requisição por 25 informações de auxílio SPS. Tipicamente, isto irá ocorrer quando é desejada a posição do receptor. Tal pode ocorrer sob requisição do usuário do receptor SPS (por exemplo uma chamada "911" do usuário), ou sob requisição de outro usuário remotamente localizado e relação ao receptor SPS de modo a localizar o receptor SPS. Tal requisição de 30 informações de auxílio é repassada, através do sistema de comunicação baseado em células, para o servidor de localização, que recebe, na etapa 253, a requisição por informações de auxílio SPS. Na etapa 255, o servidor de localização determina o identificador de estação rádio-base 35 que identifica a estação rádio-base que está em comunicação

com o sistema de comunicação do receptor SPS móvel. O servidor de localização obtém a localização aproximada para um objeto na célula servida pela estação rádio-base a partir de uma fonte de informações baseada em células. Tal 5 pode ocorrer pelo fato do servidor de localização receber um identificador de estação rádio-base ou uma localização para a estação rádio-base que está em comunicação sem fio com um sistema móvel de comunicação baseado em células, o qual está acoplado ao receptor SPS móvel, tal como o 10 receptor mostrado na Figura 6. Como exemplo, a estação rádio-base pode repassar suas informações de identificação ou pode repassar sua localização com a requisição de informações de auxílio SPS a partir do receptor SPS móvel para o servidor de localização. Usando o identificador de 15 estação rádio-base ou a localização da estação rádio-base, o servidor de localização efetua uma operação de consulta na fonte de informações baseada em células para obter a localização aproximada para um objeto na célula servida pela estação rádio-base. Na etapa 257, o servidor de 20 localização a seguir determina as posições de satélites para os satélites à vista de um objeto na célula. O servidor de localização irá também tipicamente determinar a hora do dia e determinar, a partir das informações de posição de satélites e da hora do dia, distâncias estimadas 25 até os satélites à vista de um objeto na célula. Como exemplo, as informações de hora do dia podem ser obtidas a partir de um receptor SPS que está localmente conectado ao servidor de localização ou a partir de um receptor SPS remoto cujas informações sobre a hora do dia são 30 comunicadas ao servidor de localização por meio de um enlace de comunicação (por exemplo, um enlace de longa distância ou uma rede de área ampla). Tais distâncias estimadas são baseadas na localização aproximada determinada para um objeto na célula; a localização 35 aproximada é considerada como sendo a localização

aproximada do receptor SPS móvel. Tais distâncias estimadas se baseiam também nas posições de satélite determinadas para os satélites à vista na hora do dia determinada pelo servidor de localização. Na etapa 259, o servidor leva as 5 distâncias estimadas e, opcionalmente, informações adicionais incluindo, por exemplo, o Doppler para satélites à vista, a serem transmitidas para o receptor SPS móvel. Na etapa 261, o receptor SPS móvel recebe as distâncias estimadas e faz a captação de sinais provenientes de um 10 primeiro satélite e determina uma primeira pseudo distância para o primeiro satélite e então busca pelo próximo satélite usando as pseudo distâncias estimadas até os próximos satélites. Dessa forma, o receptor SPS móvel pode reduzir o tempo de busca que é necessário para fazer a 15 captação de sinais SPS provenientes dos vários satélites à vista, pela busca em distâncias determinadas pelas pseudo distâncias estimadas até cada satélite apropriado. Será notado que as pseudo distâncias estimadas podem incluir uma pseudo distância estimada para o primeiro satélite e que 20 tal pseudo distância estimada pode ou não ser usada na busca pelos sinais do primeiro satélite, dependendo de sua precisão. Amiúde, o primeiro satélite que é captado possui a relação sinal/ruído mais elevada em relação aos outros satélites à vista.

25 Será notado que em outros exemplos da invenção, o receptor SPS móvel pode determinar pseudo distâncias para satélites à vista e determinar sua posição (por exemplo, latitude e longitude) pela obtenção de dados de efemérides de satélites e calculando sua posição a partir das pseudo 30 distâncias determinadas e dos dados de efemérides de satélites; neste caso um servidor pode prover ao receptor móvel os dados de efemérides de satélites à vista do servidor em uma região, tal como uma célula, porém não efetuar um cálculo final de posição.

Em mais outros exemplos da presente invenção, um servidor de localização pode ser dedicado a, e localizado em, uma estação rádio-base com um receptor GPS de referência. Neste caso, cada estação rádio-base pode 5 possuir seu próprio servidor de localização e receptor GPS de referência, o qual provê dados de hora do dia e de efemérides de satélite para o servidor de localização, o qual, por sua vez, pode utilizar tais dados de acordo com a presente invenção para prover pseudo distâncias estimadas 10 ou distâncias estimadas a satélites para o receptor SPS móvel, ou para prover dados de hora do dia, localização aproximada e dados de posição de satélites para o receptor SPS móvel de forma a que ele possa determinar distâncias estimadas de modo a reduzir o tempo de busca para a 15 captação dos sinais SPS. Com um receptor GPS de referência na estação rádio-base, não existe tipicamente necessidade de receber dados provenientes de uma rede de receptores GPS de referência uma vez que o receptor GPS de referência pode determinar correções diferenciais e dados de efemérides de 20 satélites e a hora do dia a partir dos satélites à vista do receptor, e a localização da estação rádio-base (ou algum proxímo) pode ser usada como a localização aproximada do receptor SPS móvel que está em comunicação com a estação rádio-base. Tal servidor de localização pode meramente 25 transmitir informações de auxílio (por exemplo, efemérides de satélites e/ou hora do dia) para o receptor SPS móvel e deixar que o receptor SPS móvel determine as pseudo distâncias ou distâncias estimadas para reduzir o tempo de busca para a captação dos sinais SPS; ou pode determinar 30 tais pseudo distâncias ou distâncias estimadas e transmiti-las para o receptor SPS móvel. O receptor SPS móvel pode a seguir determinar pseudo distâncias precisas e computar sua posição (a partir das pseudo distâncias determinadas e dados de efemérides de satélites que ele recebeu dos 35 satélites SPS ou do servidor de localização), ou determinar

pseudo distâncias precisas e transmitir tais pseudo distâncias determinadas para o servidor de localização que computa a posição do receptor SPS móvel.

O que foi acima descrito constitui um exemplo da presente invenção, existindo diversas alternativas que se inserem no escopo da mesma. Como exemplo, o receptor SPS móvel poderia efetuar todas as operações sem assistência de um servidor remoto. O receptor SPS móvel pode ser capaz de determinar sua localização aproximada a partir de um identificador de estação rádio-base que é transmitido para o receptor SPS móvel. Usando o identificador de estação rádio-base, o receptor SPS móvel pode efetuar uma operação de consulta em uma base de dados mantida no receptor SPS móvel para determinar uma localização aproximada e também obter informações de almanaque (por exemplo, a partir de um armazenamento no receptor proveniente de recepção anterior de sinal SPS), ou outras informações de posição de satélites e pode obter informações sobre a hora do dia (por exemplo a partir de uma transmissão celular tal como foi acima descrito). A partir das informações de posição de satélites, hora do dia e da localização aproximada, o receptor SPS móvel pode determinar pseudo distâncias estimadas para vários satélites, de modo a reduzir o tempo necessário para procurar e fazer a captação de sinais SPS de satélites à vista. O receptor SPS pode a seguir completar o cálculo de posição pelo uso das pseudo distâncias e dados de efemérides de satélites; apesar de que, alternativamente, o receptor SPS pode também transmitir as pseudo distâncias determinadas para um servidor de localização, o qual a seguir completa o cálculo de posição.

Em outro exemplo alternativo da invenção, o servidor pode efetuar a operação de auxílio ao prover a localização aproximada e/ou dados de efemérides de satélite para o receptor SPS móvel, o qual por sua vez determina

suas próprias pseudo distâncias estimadas. Em mais outra alternativa, o servidor auxilia o receptor SPS móvel ao prover informações de efemérides de satélites e a unidade móvel determina a hora e sua localização aproximada a 5 partir de transmissões entre a unidade móvel SPS e uma estação rádio-base e a seguir a unidade móvel SPS determina as pseudo distâncias estimadas.

As variações principais da redução de busca estão apresentadas na tabela da Figura 10. A tabela lista em suas 10 linhas 302 e 304 a precisão da hora do dia que pode ser estabelecida no receptor SPS. A tabela lista nas colunas 308, 310 e 312, a natureza das informações de auxílio de posicionamento que são obtidas pelo receptor SPS. Os itens da tabela, 322, 324, 326, 330, 332 e 334, mostram se a 15 faixa de busca do sinal do primeiro satélite processado pode ou não ser reduzida. Na busca inicial, um receptor SPS sem auxílio busca em todo o quadro PN, que, para o sistema GPS dos EUA (código C/A) é um período de 1 milissegundo. Portanto, caso a hora do dia disponível para o receptor SPS 20 não seja mais precisa que 1 milissegundo, ele deve procurar por toda a faixa de 1 milissegundo pela época PN. No entanto, uma vez feita a captação do primeiro sinal de satélite, a busca pelos outros sinais pode ser efetuada nos momentos relativos à época PN encontrada a partir do 25 primeiro procedimento de busca do sinal (isto é, a determinação da pseudo distância do primeiro sinal). Isto foi acima descrito. Caso uma maior precisão na hora do dia esteja disponível, no receptor SPS, a faixa de busca do sinal do primeiro satélite pode ser reduzida. Em todos os 30 casos a redução da busca requer um conhecimento aproximado das distâncias dos satélites até o SPS (expressas em unidades de distância ou de tempo equivalentes, usando-se a velocidade da luz).

As informações de distância podem ser providas 35 por três métodos principais (314, 316 e 318): (1) pelo

provimento de dados de efemérides de satélite; (2) pelo provimento de dados de almanaque de satélite; e (3) pelo provimento de dados de distância de satélite. No presente contexto, dados de efemérides de satélite significa a 5 descrição matemática precisa das posições dos satélites ao longo do tempo, o que é válido por um período de tempo relativamente curto, tipicamente menor que duas horas. Os dados de almanaque de satélite constituem uma descrição matemática das posições dos satélites ao longo do tempo, 10 que é válida por um período relativamente longo de tempo, tipicamente um mês. Por sua natureza, portanto, a precisão das posições dos satélites é muito menor com dados de almanaque (tipicamente com erro de vários quilômetros) em relação aos dados de efemérides (erro de vários metros) e 15 ela se degrada com o tempo, até que as equações sejam atualizadas. Tanto os dados de efemérides como os dados de almanaque são transmitidos por satélites GPS. A forma de tais dados consiste tipicamente de coeficientes associados a equações de Kepler. No entanto, são possíveis descrições 20 alternativas (por exemplo, descrições esféricas harmônicas, etc.) que são consistentes com a presente invenção. Como exemplo, quando dados de almanaque ou de efemérides são fornecidos ao receptor SPS a partir de um servidor de localização remoto, elas podem estar em diversas formas, 25 que podem permitir uma computação reduzida no receptor SPS, ou armazenamento reduzido, por exemplo. Caso dados de almanaque ou de efemérides estejam disponíveis para o receptor SPS, o receptor SPS deve conhecer sua localização aproximada de forma a que as distâncias (aproximadas) aos 30 satélites possam ser computadas em um dado momento. Caso esteja disponível uma hora precisa, a distância e a hora podem ser usadas para estimar as épocas dos quadros PN e reduzir o tempo de busca mesmo para o sinal do primeiro satélite a ser processado. Caso esteja disponível apenas o 35 tempo aproximado (maior que 1 milissegundo), os sinais

subsequentes ao primeiro sinal captado podem ser buscados pela computação de uma diferença estimada em distâncias até o primeiro e subsequentes satélites. A seguir, cada uma das épocas de quadros PN dos satélites subsequentes pode ser 5 buscada em uma faixa que está deslocada em relação à época de quadro PN encontrada para o primeiro (ou outro que tenha sido processado) sinal, em uma quantidade igual à diferença de distância estimada (expressa em unidades de tempo). O terceiro método provê diretamente as equações de distância 10 estimada de satélites para o receptor SPS. Tais equações, por exemplo, equações polinomiais em tempo e distância, podem ser providas ao receptor SPS por um servidor remoto que está localizado próximo ao receptor SPS, ou que conhece aproximadamente a localização do receptor SPS e provê 15 equações apropriadas para sua localização. Neste caso, o receptor SPS não necessita conhecer sua localização uma vez que as equações propiciam as faixas de tempo para busca de cada satélite. Com efeito 326 é simplesmente uma especificação direta das faixas de tempos para buscar e 334 20 é uma especificação das faixas de tempo para buscar em relação ao tempo recebido de um determinado sinal de satélite.

Uma vantagem do uso de dados de almanaque é a de que eles são válidos por períodos muito longos de tempo e, 25 portanto, não requerem a transmissão a partir de um servidor muito amiúde ou nunca, caso o almanaque seja ocasionalmente lido a partir das transmissões dos satélites SPS. Uma vantagem dos dados de efemérides é a de que eles são mais precisos e, portanto, reduzem a faixa de busca em 30 maior grau que os dados de almanaque. Além disso, os dados de efemérides transmitidos a partir de um servidor podem ser usados para computar sua localização no receptor SPS, sem a necessidade de leitura de tais dados a partir dos satélites SPS (o que é demorado e difícil para níveis 35 fracos dos sinais recebidos). As equações de distância dos

satélites podem ser usadas em lugar dos dados de almanaque ou de efemérides, porém tipicamente são precisas durante períodos de tempo relativamente curtos, ou podem não ser tão compactas como as outras descrições matemáticas, caso 5 devam ser válidas por períodos de tempo mais longos. Portanto, cada uma das estratégias para o provimento de informações de posição possui benefícios e desvantagens que podem ser ponderados em diferentes aplicações.

Apesar dos métodos e equipamentos da presente 10 invenção terem sido descritos com referência a satélites GPS, será notado que os ensinamentos são igualmente aplicáveis a sistemas de posicionamento que utilizam pseudolitos ou uma combinação de satélites e pseudolitos. Os pseudolitos são transmissores baseados em terra que 15 difundem um código PN (similar a um sinal GPS) modulado em um sinal portador da banda L, em geral sincronizados com o tempo GPS. Cada transmissor pode receber um código PN exclusivo de modo a permitir a identificação por um receptor remoto. Os pseudolitos são úteis nas situações em 20 que os sinais GPS provenientes de um satélite em órbita podem não estar disponíveis, tal como em túneis, minas, edificações ou outras áreas fechadas. O termo "satélite", tal como é aqui utilizado, inclui pseudolitos ou equivalentes de pseudolitos e o termo sinais GPS, tal como 25 é aqui utilizado, inclui sinais similares aos GPS provenientes de pseudolitos ou equivalentes de pseudolitos.

Na descrição acima a invenção foi descrita com referência à aplicação no sistema de posicionamento global por satélite (GPS) dos EUA. No entanto, deverá ficar 30 evidente que tais métodos são igualmente aplicáveis a sistemas de posicionamento por satélite similares e, em particular, ao sistema russo Glonass. O sistema Glonass se diferencia principalmente do sistema GPS pelo fato de que as emissões provenientes de diferentes satélites são 35 diferenciadas umas das outras pela utilização de

frequências portadoras ligeiramente diferentes, em lugar da utilização de diferentes códigos pseudo aleatórios. O termo "GPS" aqui utilizado inclui sistemas de posicionamento por satélites alternativos, incluindo o sistema russo Glonass.

5 No relatório descritivo acima a invenção foi descrita com referência a modalidades exemplares específicas da mesma. No entanto, ficará evidente que várias modificações e mudanças podem ser efetuadas nas mesmas sem que ocorra afastamento do espírito e escopo mais
10 amplos da invenção tal como definidos nas reivindicações anexas. Assim o relatório descritivo e os desenhos devem, portanto, ser considerados como possuindo um sentido ilustrativo e não restritivo.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para reduzir o tempo de busca para captação de sinais de um sistema de posicionamento por satélite (SPS) em um receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS) (16, 17, 22, 75, 101), o método caracterizado pelo fato de que compreende:

determinar uma primeira pseudo distância até um primeiro satélite SPS;

10 determinar uma localização aproximada do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101);

determinar uma pseudo distância estimada para uma segunda pseudo distância até um segundo satélite SPS, a pseudo distância estimada sendo determinada a partir da localização aproximada e da primeira pseudo distância;

15 buscar o tempo de chegada de sinais SPS provenientes do segundo satélite SPS em uma distância determinada pela pseudo distância estimada.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende também:

20 determinar uma informação de tempo;

determinar uma posição de satélite do segundo satélite, em que a pseudo distância estimada é determinada a partir da localização aproximada e da posição de satélite.

25 3. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o tempo de busca é para captar inicialmente os sinais SPS e em que a pseudo distância estimada não é baseada em uma pseudo distância previamente determinada para o segundo satélite SPS e em 30 que a busca ocorre sobre intervalos de tempo determinados pela pseudo distância estimada e em que as informações de tempo consistem em uma hora do dia aproximada que tem uma precisão dentro de ± 10 minutos e em que a pseudo distância estimada é um dentre um tempo de chegada estimado de sinais

SPS provenientes do satélite SPS ou uma distância estimada até o satélite SPS a partir do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

4. Método, de acordo com a reivindicação 2,
5 caracterizado pelo fato de que a distância está baseada em um erro associado com pelo menos uma dentre a localização aproximada, as informações de tempo e a posição do satélite.

5. Método, de acordo com a reivindicação 2,
10 caracterizado pelo fato de que a distância é determinada com relação à primeira pseudo distância e um tempo de referência do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

6. Método, de acordo com a reivindicação 2,
15 caracterizado pelo fato de que a localização aproximada é obtida a partir de uma fonte de informações baseada em células.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6,
20 caracterizado pelo fato de que a localização aproximada é recebida no receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) a partir da fonte de informações baseada em células.

8. Método, de acordo com a reivindicação 6,
25 caracterizado pelo fato de que a fonte de informações baseada em células está acoplada a um servidor de localização e em que a localização aproximada representa uma localização de um objeto de célula em um sistema de comunicação baseado em células.

9. Método, de acordo com a reivindicação 2,
caracterizado pelo fato de que compreende também:

30 receber um sinal de frequência portadora de precisão proveniente de uma fonte provendo o sinal de frequência portadora de precisão;

travar automaticamente o sinal de frequência portadora de precisão e prover um sinal de referência;

35 usar o sinal de referência para prover um sinal de oscilador local para captação de sinais SPS.

10. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o servidor de localização determina a localização aproximada a partir da fonte de informações baseada em células pela determinação de uma identificação de uma estação rádio-base sem fio que está em comunicação sem fio com um sistema de comunicação sem fio que está acoplado ao receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o servidor de localização determina a pseudo distância estimada.

12. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que compreende também:

determinar outra pseudo distância estimada para uma terceira pseudo distância para um terceiro satélite SPS;

determinar outra posição de satélite do terceiro satélite SPS, em que a outra pseudo distância estimada é determinada a partir da localização aproximada e da outra posição de satélite.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que compreende também procurar sinais SPS provenientes do terceiro satélite SPS em uma distância determinada pela outra pseudo distância estimada.

14. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as informações de tempo consistem de uma hora do dia aproximada no receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), o qual possui uma precisão maior que 10 minutos e em que a posição de satélite é determinada a partir de uma fonte externa que transmite um conjunto de dados de efemérides correspondentes a um conjunto de satélites SPS à vista do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

15. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) determina as informações de tempo a partir de um

sinal de comunicação em um sistema de comunicação baseado em células.

16. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o receptor SPS 16, 17, 22, 5 75, 101) usa um filtro casado para fazer a captação de sinais SPS.

17. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a posição de satélite compreende pelo menos um dentre (a) um conjunto de dados de efemérides correspondentes a um conjunto de satélites SPS à vista do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101); ou (b) um conjunto de dados de almanaque correspondentes ao conjunto de satélites SPS à vista do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

15 18. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o conjunto de dados de efemérides é obtido a partir de uma rede de referência (62) de receptores SPS (16, 17, 22, 75, 101).

19. Método, de acordo com a reivindicação 17, 20 caracterizado pelo fato de que o conjunto de dados de almanaque é obtido a partir de uma rede de referência (62) de receptores SPS (16, 17, 22, 75, 101).

20. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o conjunto de dados de efemérides é obtido a partir de um receptor SPS de referência em uma estação rádio-base que está em comunicação com o receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

21. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o conjunto de dados de almanaque é obtido a partir de um receptor SPS de referência em uma estação rádio-base que está em comunicação com o receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

22. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o conjunto de dados de

almanaque é obtido pelo receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) a partir de sinais SPS provenientes de satélites SPS.

23. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o sistema de comunicação 5 baseado em células é um sistema CDMA (acesso múltiplo por divisão de código).

24. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar a hora do dia é efetuada pela leitura de uma mensagem de hora do 10 dia presente em um sinal de comunicação celular recebido pelo receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) através de um enlace de comunicação baseado em células.

25. Receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS) caracterizado pelo fato de que compreende:

15 uma antena SPS (77, 102) que está configurada para receber sinais SPS;

um processador acoplado à antena SPS (77, 102), o processador determinando uma primeira pseudo distância para um primeiro satélite SPS e buscando o tempo de chegada de 20 sinais SPS provenientes de um segundo satélite SPS em uma distância determinada por uma pseudo distância estimada para o segundo satélite SPS, a pseudo distância estimada sendo determinada a partir de uma localização aproximada do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) e da primeira pseudo 25 distância.

26. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que compreende também um sistema de comunicação que está acoplado ao processador, em que o sistema de comunicação 30 provê a localização aproximada ao processador.

27. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que compreende também um sistema de comunicação baseado em células que está acoplado ao processador, em que o sistema 35 de comunicação baseado em células recebe a pseudo distância

estimada e provê a pseudo distância estimada ao processador.

28. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que a 5 pseudo distância estimada é determinada a partir da localização aproximada e de uma posição de satélite do segundo satélite SPS.

29. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que a 10 pseudo distância estimada não é baseada em uma pseudo distância previamente determinada para o segundo satélite SPS.

30. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que a 15 distância é determinada com relação à primeira pseudo distância e a um tempo de referência do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

31. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de que o 20 processador busca sinais SPS provenientes de um terceiro satélite SPS em uma distância determinada por outra pseudo distância estimada para um terceiro satélite SPS, a outra pseudo distância estimada sendo determinada a partir da localização aproximada do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 25 101).

32. Sistema de processamento digital, caracterizado pelo fato de que compreende:

uma interface de comunicação;

um dispositivo de armazenamento;

30 um processador acoplado ao dispositivo de armazenamento e à interface de comunicação, o processador determinando uma localização aproximada de um receptor móvel de sistema de posicionamento por satélite (SPS) que é capaz de comunicação com o sistema de processamento digital 35 através da interface de comunicação e em que o processador

determina uma pseudo distância estimada para uma primeira pseudo distância para um primeiro satélite SPS, a pseudo distância estimada sendo determinada a partir da localização aproximada e de uma posição de satélite do 5 primeiro satélite SPS e em que a pseudo distância estimada é transmitida através da interface de comunicação para o receptor móvel SPS (16, 17, 22, 75, 101).

33. Sistema de processamento digital, de acordo com a reivindicação 32, caracterizado pelo fato de que a 10 localização aproximada é obtida a partir de uma fonte de informações baseada em células que está armazenada no dispositivo de armazenamento.

34. Sistema de processamento digital, de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que a 15 fonte de informações baseada em células provê informações de localização aproximada para objetos em uma célula de um sistema de comunicação sem fio baseado em células.

35. Sistema de processamento digital, de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que a 20 localização aproximada representa uma localização de um objeto de célula em um sistema de comunicação sem fio baseado em células.

36. Sistema de processamento digital, de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de que o 25 objeto de célula é uma estação rádio-base sem fio no sistema de comunicação sem fio baseado em células.

37. Sistema de processamento digital, de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de que a localização aproximada é determinada a partir da fonte de 30 informações baseada em células pela determinação de uma identificação de uma estação rádio-base sem fio que está em comunicação sem fio com um sistema de comunicação sem fio que está acoplado ao receptor móvel SPS (16, 17, 22, 75, 101).

38. Sistema de processamento digital, de acordo com a reivindicação 32, caracterizado pelo fato de que a localização aproximada determina um conjunto de descrições matemáticas de distâncias estimadas versus tempo, as 5 distâncias estimadas sendo do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) para os satélites SPS à vista do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), o conjunto de expressões matemáticas sendo determinado a partir da localização aproximada e em que o conjunto de expressões matemáticas é transmitido através da 10 interface de comunicação para o receptor móvel SPS (16, 17, 22, 75, 101).

39. Método para reduzir o tempo de busca para fazer captação de sinais de sistema de posicionamento por satélite (SPS) em um receptor de sistema de posicionamento 15 por satélite (SPS), o método caracterizado pelo fato de que compreende:

determinar uma hora do dia no receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) com uma precisão melhor que um período de enquadramento dos sinais SPS;

20 determinar uma localização aproximada do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101);

determinar uma pseudo distância estimada para pelo menos um satélite SPS, a pseudo distância estimada sendo determinada a partir da localização aproximada, de 25 dados de posição de satélite e da hora do dia;

buscar o tempo de chegada de sinais SPS provenientes do satélite SPS em uma distância determinada pela pseudo distância estimada.

40. Método, de acordo com a reivindicação 39, 30 caracterizado pelo fato de que os dados de posição de satélite são recebidos a partir de uma fonte externa.

41. Método, de acordo com a reivindicação 40, caracterizado pelo fato de que o tempo de busca é para captar inicialmente os sinais SPS e em que a pseudo 35 distância estimada não é baseada em uma pseudo distância

previamente determinada para o satélite SPS e em que os dados de posição de satélite compreendem um conjunto de dados de almanaque correspondentes a um conjunto de satélites SPS à vista do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 5 101).

42. Método, de acordo com a reivindicação 40, caracterizado pelo fato de que a distância está baseada em um erro associado com pelo menos um dentre a localização aproximada, a hora do dia e os dados de posição de 10 satélite.

43. Método, de acordo com a reivindicação 40, caracterizado pelo fato de que os dados de posição de satélite compreendem um conjunto de dados de efemérides correspondentes a um conjunto de satélites SPS à vista do 15 receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

44. Método, de acordo com a reivindicação 40, caracterizado pelo fato de que a localização aproximada é obtida a partir de uma fonte de informações baseada em células e em que a fonte externa é pelo menos um dentre (a) 20 satélites SPS, ou (b) um sistema de comunicação baseado em células.

45. Método, de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de que a localização aproximada é recebida no receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) a partir da 25 fonte de informações baseada em células.

46. Método, de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de que a fonte de informações baseada em células está acoplada a um servidor de localização e em que a localização aproximada representa 30 uma localização de um objeto de célula em um sistema de comunicação baseado em células.

47. Método, de acordo com a reivindicação 46, caracterizado pelo fato de que compreende também:

receber um sinal de frequência portadora de precisão proveniente de uma fonte provendo o sinal de frequência portadora de precisão;

5 travar automaticamente tal sinal de frequência portadora de precisão e prover um sinal de referência;

usar o sinal de referência para prover um sinal de oscilador local para fazer captação de sinais SPS.

48. Método, de acordo com a reivindicação 46, caracterizado pelo fato de que o servidor de localização 10 determina a localização aproximada a partir da fonte de informações baseada em células pela determinação de uma identificação de uma estação rádio-base sem fio que está em comunicação sem fio com um sistema de comunicação sem fio que está acoplado ao receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

15 49. Método, de acordo com a reivindicação 48, caracterizado pelo fato de que o servidor de localização determina a pseudo distância estimada.

50. Método, de acordo com a reivindicação 40, caracterizado pelo fato de que compreende também:

20 determinar outra pseudo distância estimada para outra pseudo distância para outro satélite SPS;

determinar outra posição de satélite do outro satélite SPS, em que a outra pseudo distância estimada é determinada a partir da localização aproximada e da outra 25 posição de satélite.

51. Método, de acordo com a reivindicação 50, caracterizado pelo fato de que compreende também buscar o tempo de chegada de sinais SPS provenientes de outro satélite SPS em uma distância determinada pela outra pseudo 30 distância estimada.

52. Método, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) utiliza um filtro casado para fazer a captação de sinais SPS.

53. Método, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) determina a hora do dia a partir de um sinal de comunicação em um sistema de comunicação baseado em 5 células.

54. Método, de acordo com a reivindicação 53, caracterizado pelo fato de que o sistema de comunicação baseado em células compreende um sistema CDMA (acesso múltiplo por divisão de código).

10 55. Método, de acordo com a reivindicação 53, caracterizado pelo fato de que o sinal de comunicação é um dentre uma mensagem de hora do dia ou uma série de pulsos temporizados.

15 56. Método, de acordo com a reivindicação 41, caracterizado pelo fato de que o conjunto de dados de almanaque é obtido a partir de pelo menos um dentre (a) uma rede de referência de receptores SPS (16, 17, 22, 75, 101); (b) um receptor SPS de referência em uma estação rádio-base que está em comunicação com o receptor SPS (16, 17, 22, 75, 20 101); ou (c) sinais SPS provenientes de satélites SPS recebidos pelo receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

25 57. Método, de acordo com a reivindicação 43, caracterizado pelo fato de que o conjunto de dados de efemérides é obtido a partir de pelo menos um dentre (a) uma rede de referência (62) de receptores SPS (16, 17, 22, 75, 101); (b) um receptor SPS de referência em uma estação rádio-base que está em comunicação com o receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101); ou (c) sinais SPS provenientes de satélites SPS recebidos pelo receptor SPS (16, 17, 22, 75, 30 101).

35 58. Método, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que determinar uma localização aproximada do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) usa um conjunto de descrições matemáticas de distâncias estimadas versus tempo, as distâncias estimadas sendo do receptor SPS

(16, 17, 22, 75, 101) para os satélites SPS à vista do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), a localização aproximada do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) sendo obtida a partir de uma fonte de informações baseada em 5 células.

59. Método, de acordo com a reivindicação 58, caracterizado pelo fato de que o conjunto de descrições matemáticas é recebido a partir de uma fonte externa.

60. Método, de acordo com a reivindicação 59, 10 caracterizado pelo fato de que o tempo de busca é para captar inicialmente os sinais SPS e em que a pseudo distância estimada é uma dentre um tempo de chegada estimado de sinais SPS provenientes do satélite SPS ou uma distância estimada para o satélite SPS a partir do receptor 15 SPS e em que a busca ocorre em intervalos de tempo determinados pela pseudo distância estimada.

61. Método, de acordo com a reivindicação 59, 20 caracterizado pelo fato de que a distância está baseada em um erro associado com pelo menos um dentre a hora do dia e o conjunto de descrições matemáticas.

62. Método, de acordo com a reivindicação 59, 25 caracterizado pelo fato de que compreende também determinar uma primeira pseudo distância até um primeiro satélite SPS e em que a pseudo distância estimada é determinada também a partir da primeira pseudo distância e em que a hora do dia é aproximada.

63. Método, de acordo com a reivindicação 59, 30 caracterizado pelo fato de que o objeto de célula é uma estação rádio-base sem fio no sistema de comunicação baseado em células.

64. Método, de acordo com a reivindicação 59, 35 caracterizado pelo fato de que o servidor de localização determina o conjunto de descrições matemáticas e leva o conjunto de descrições matemáticas a ser transmitido para o receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

65. Método, de acordo com a reivindicação 59, caracterizado pelo fato de que a hora do dia é precisa em um período de enquadramento dos sinais SPS.

66. Método, de acordo com a reivindicação 58, 5 caracterizado pelo fato de que o conjunto de descrições matemáticas compreende uma distância estimada para um satélite SPS e uma taxa de mudança da distância estimada ao longo do tempo.

67. Método, de acordo com a reivindicação 58, 10 caracterizado pelo fato de que o conjunto de descrições matemáticas compreende uma função polinomial do tempo.

68. Receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS), caracterizado pelo fato de que compreende:

uma antena SPS (77, 102) que está configurada 15 para receber sinais SPS;

um processador acoplado à antena SPS (77, 102), o processador determinando uma hora do dia no receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) com uma precisão melhor que um período de enquadramento dos sinais SPS e buscando um tempo 20 de chegada de sinais SPS provenientes de um satélite SPS em uma distância determinada por uma pseudo distância estimada para o satélite SPS, a pseudo distância estimada sendo determinada a partir de uma localização aproximada do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) e a partir de dados de 25 posição de satélite e da hora do dia.

69. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 68, caracterizado pelo fato de que compreende também um sistema de comunicação que está acoplado ao processador, em que o sistema de comunicação 30 provê a localização aproximada para o processador.

70. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 68, caracterizado pelo fato de que compreende também um sistema de comunicação baseado em células que está acoplado ao processador, em que o sistema 35 de comunicação baseado em células recebe a pseudo distância

estimada e provê a pseudo distância estimada ao processador.

71. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 70, caracterizado pelo fato de que a 5 pseudo distância estimada é determinada a partir da localização aproximada e de uma posição de satélite do satélite SPS.

72. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 70, caracterizado pelo fato de que a 10 pseudo distância estimada não está baseada em uma pseudo distância previamente determinada para o satélite SPS.

73. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 69, caracterizado pelo fato de que os dados de posição de satélite são recebidos a partir de uma 15 fonte externa que é uma dentre (a) um satélite SPS ou (b) um sistema de comunicação baseado em células, e em que a hora do dia é determinada a partir de um sinal de comunicação em um sistema de comunicação baseado em células.

20 74. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 73, caracterizado pelo fato de que o processador busca um tempo de chegada de sinais SPS provenientes de outro satélite SPS em uma distância determinada por outra pseudo distância estimada para o 25 outro satélite SPS, a outra pseudo distância estimada sendo determinada a partir da localização aproximada do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101).

75. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 68, caracterizado pelo fato de que a 30 pseudo distância estimada é determinada a partir da hora do dia e de um conjunto de descrições matemáticas de distâncias estimadas versus tempo, as distâncias estimadas sendo do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101) para os satélites SPS à vista do receptor SPS (16, 17, 22, 75, 35 101).

76. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 75, caracterizado pelo fato de que compreende também um sistema de comunicação que está acoplado ao processador, em que o sistema de comunicação 5 recebe o conjunto de descrições matemáticas e provê o conjunto de descrições matemáticas ao processador.

77. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo com a reivindicação 75, caracterizado pelo fato de que compreende também um sistema de comunicação baseado em 10 células que está acoplado ao processador, em que o sistema de comunicação baseado em células recebe uma mensagem especificando a hora do dia e provê a hora do dia ao processador.

78. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo 15 com a reivindicação 75, caracterizado pelo fato de que o processador determina uma primeira pseudo distância para um primeiro satélite SPS quando a hora do dia é aproximada em até 10 minutos e em que a pseudo distância estimada é também determinada a partir da primeira pseudo distância.

79. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo 20 com a reivindicação 75, caracterizado pelo fato de que a pseudo distância estimada é uma dentre um tempo de chegada estimado de sinais SPS provenientes do satélite SPS ou uma distância estimada até o satélite SPS a partir do receptor 25 SPS (16, 17, 22, 75, 101) e em que a busca ocorre em intervalos de tempo determinados pela pseudo distância estimada.

80. Receptor SPS (16, 17, 22, 75, 101), de acordo 30 com a reivindicação 75, caracterizado pelo fato de que o processador compreende um filtro casado que efetua a busca.

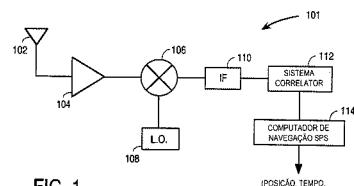


FIG. 1

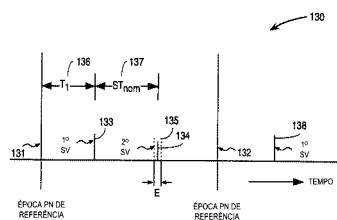


FIG. 2

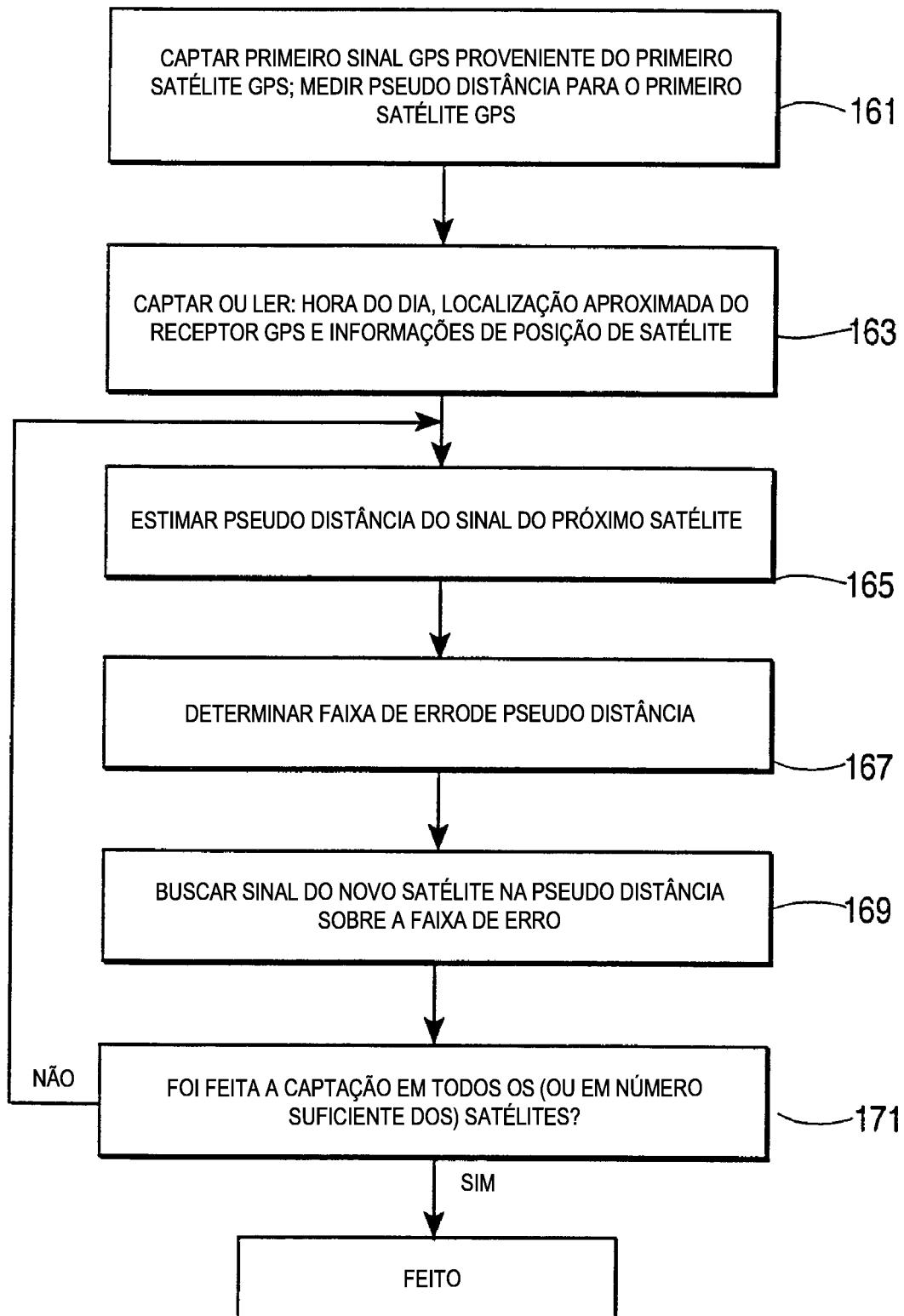


FIG. 3

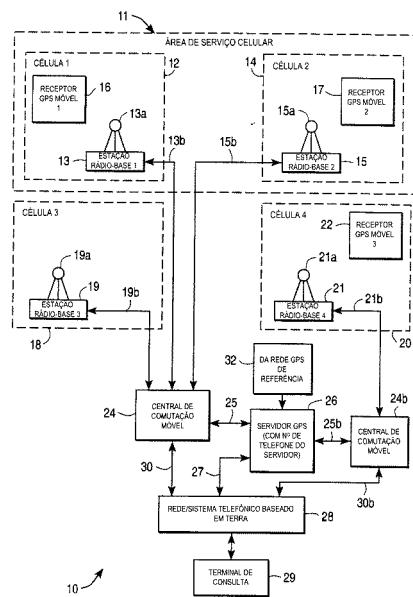


FIG. 4

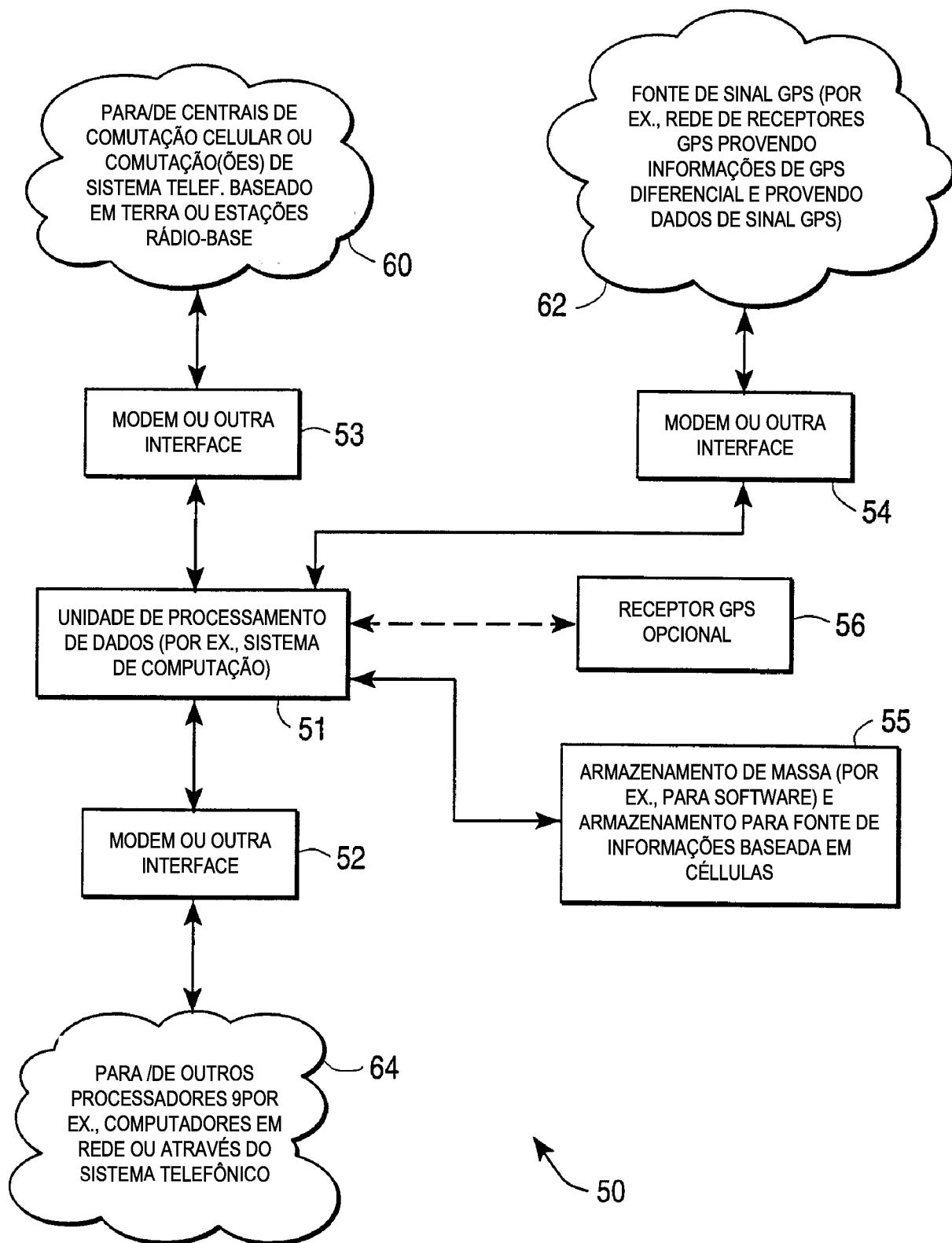


FIG. 5

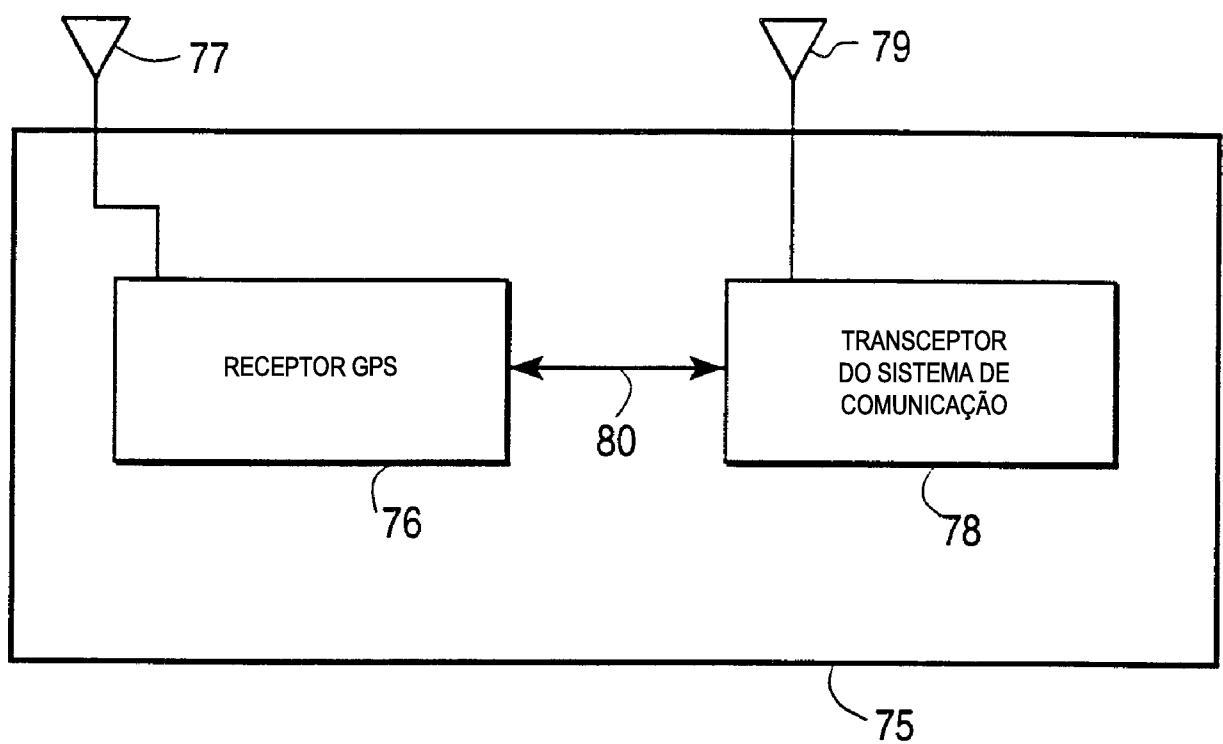


FIG. 6

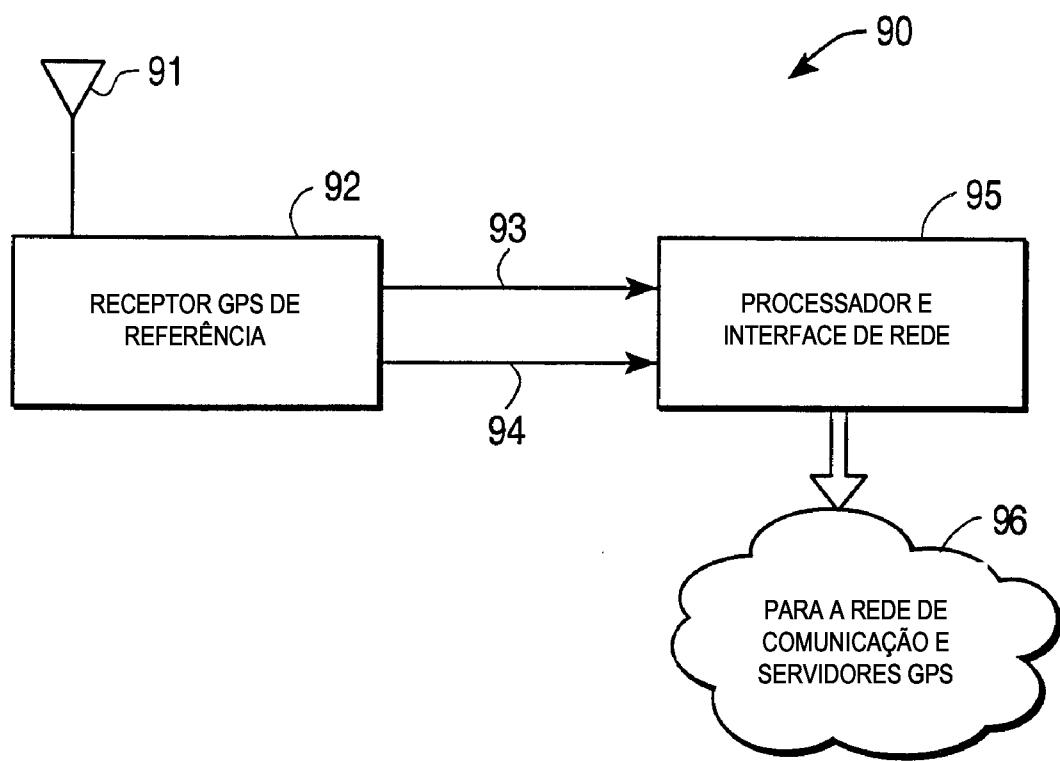


FIG. 7

FONTE DE INFORMAÇÕES BASEADA EM CÉLULAS

NÚMERO DA ESTAÇÃO RÁDIO-BASE OU OUTRA IDENTIFICAÇÃO	LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO RÁDIO-BASE	LOCALIZAÇÃO ESTIMADA PARA OCTETOS
208A	LAT./LONG. A1	LAT./LONG. A1* ~ 212A
A2	LAT./LONG. A2	LAT./LONG. A2 ~ 212B
B1	LAT./LONG. B1	LAT./LONG. B1
B2	LAT./LONG. B2	LAT./LONG. B2
208	210	212






FIG. 8

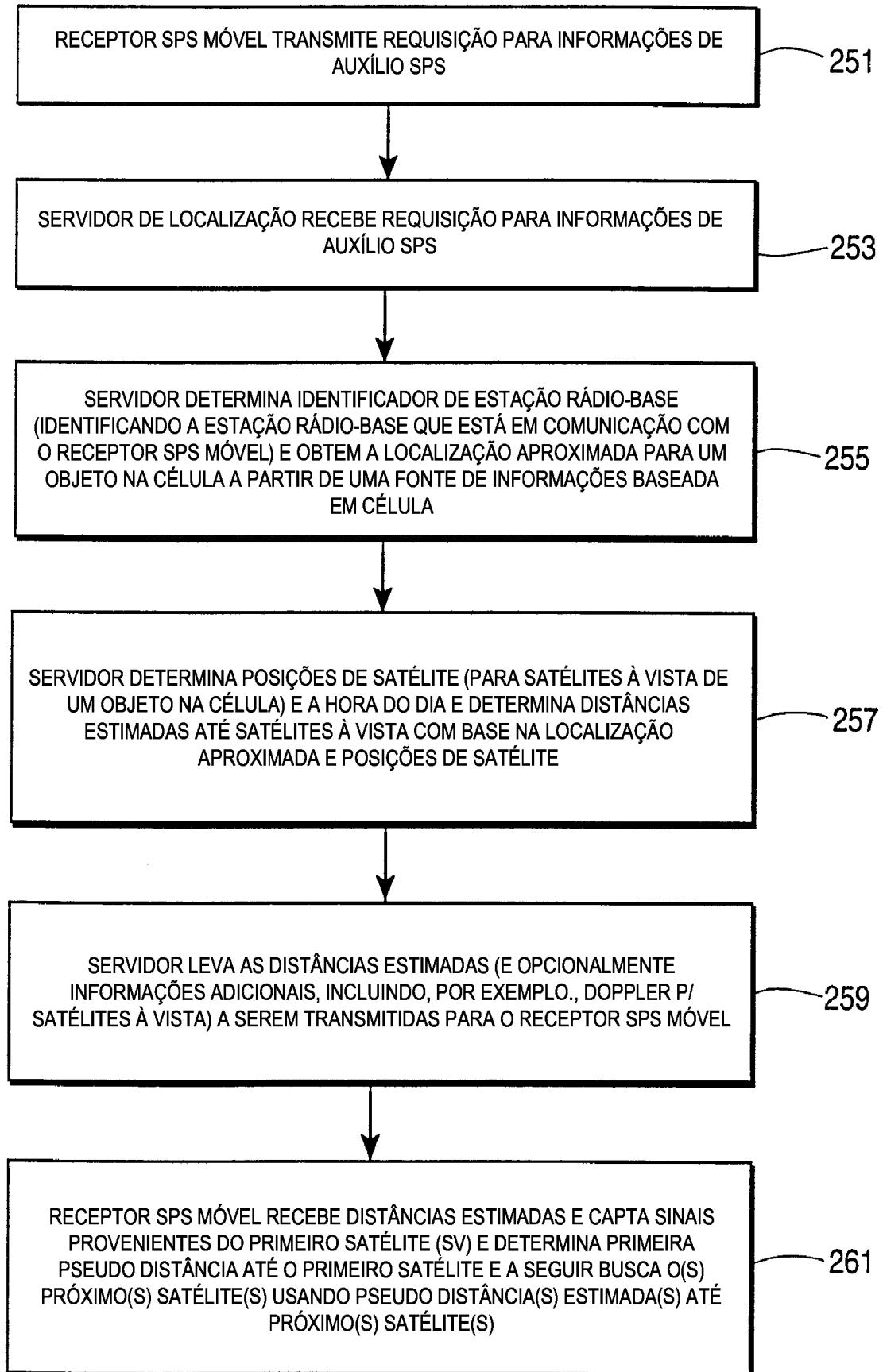


FIG. 9

PRECISÃO DAS INFORMAÇÕES DE TEMPO NO RECEPTOR SPS		INFORMAÇÕES DE POSIÇÃO	
300	EFÉMERIDES (PROVENIENTES DE FONTE EXTERNA) MAIS LOCALIZAÇÃO APROXIMADA DO RECEPTOR SPS	ALMANAQUE MAIS LOCALIZAÇÃO APROXIMADA DO RECEPTOR SPS (RECEBIDOS NO SPS OU PROVENIENTES DE "SERVIDOR EXTERNO")	EQUAÇÕES DE DISTÂNCIA AO SATÉLITE (PROVENIENTE DE FONTE EXTERNA)
314			316
302	PRECISÃO (MENOR DO QUE 1 MILISEGUNDO)	FAIXA DE BUSCA DO PRIMEIRO SATÉLITE É REDUZIDA	FAIXA DE BUSCA DO PRIMEIRO SATÉLITE É REDUZIDA
304	APROXIMADA (>1 MS, <10 MINUTOS)	NECESSÁRIO ENCONTRAR PRIMEIRO SATÉLITE POR MEIOS CONVENCIONAIS	NECESSÁRIO ENCONTRAR PRIMEIRO SATÉLITE POR MEIOS CONVENCIONAIS
		330	332
			334
		308	310
			312

FIG. 10

RESUMO

"MÉTODO PARA REDUZIR O TEMPO DE BUSCA PARA CAPTAÇÃO DE SINAIS DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE (SPS), RECEPTOR DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE (SPS) E 5 SISTEMA DE PROCESSAMENTO DIGITAL".

Um método e um equipamento para fazer a captação de sinais de um sistema de posicionamento por satélite (SPS) em um receptor SPS. Informações sobre a hora do dia, localização aproximada do receptor e posições dos satélites 10 são usadas para reduzir o tempo para buscar e fazer a captação de sinais provenientes de um ou mais satélites SPS. Em um exemplo de um método da invenção, é determinada uma primeira pseudo distância para um primeiro satélite SPS e é determinada uma localização aproximada do receptor SPS. 15 Uma pseudo distância estimada para uma segunda pseudo distância para um segundo satélite SPS é determinada a partir da localização aproximada e de uma posição de satélite do segundo satélite SPS. O receptor SPS a seguir busca sinais SPS provenientes do segundo satélite SPS em 20 uma distância determinada pela pseudo distância estimada. Tipicamente, tal método reduz o tempo de busca para a captação inicial de sinais SPS provenientes do segundo satélite SPS e a pseudo distância estimada não está baseada em uma pseudo distância previamente determinada para o 25 segundo satélite SPS. Em um exemplo específico da invenção, a localização aproximada é determinada a partir de uma fonte de informações baseada em células que correlaciona uma identificação de cada um dentre várias estações celulares sem fio com uma localização aproximada para 30 objetos dentro de uma célula de um sistema de comunicação sem fio baseado em células, tal como um sistema telefônico celular (ou baseado em células). Em outros exemplos da invenção, informações relativamente precisas sobre a hora do dia podem ser usadas com informações indicando posições

de satélites e informações indicando a localização aproximada para a determinação de uma pseudo distância estimada para que um primeiro satélite SPS seja captado.