



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

(21) **PI 0713510-6 A2**



(22) Data de Depósito: 13/06/2007  
(43) Data da Publicação: 31/01/2012  
(RPI 2143)

(51) *Int.Cl.:*  
G01S 5/14

**(54) Título:** MÉTODO PARA POSICIONAR OU NAVEGAR UM OBJETO, MEIO LEGÍVEL POR COMPUTADOR, E, RECEPTOR DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE PARA POSICIONAR OU NAVEGAR UM OBJETO

**(30) Prioridade Unionista:** 14/07/2006 US 11/457745

**(73) Titular(es):** Navcom Technology, Inc.

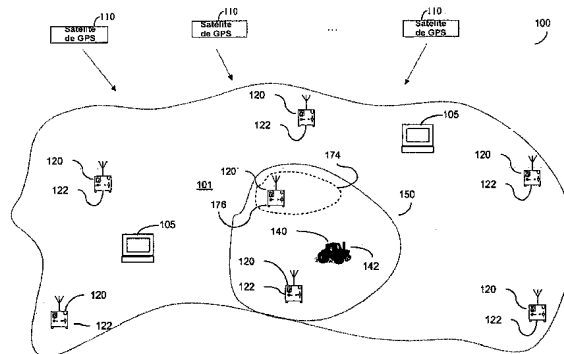
**(72) Inventor(es):** Daniel J. Eslinger, Frederick W. Nelson, Jing Sun, Richard T. Sharpe, Ronald R. Hatch, Terence D. Pickett

**(74) Procurador(es):** Momsen, Leonardos & Cia

**(86) Pedido Internacional:** PCT US2007013814 de 13/06/2007

**(87) Publicação Internacional:** WO 2008/008146de 17/01/2008

**(57) Resumo:** MÉTODO PARA POSICIONAR OU NAVEGAR UM OBJETO, MEIO LEGÍVEL POR COMPUTADOR, E, RECEPTOR DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE PARA POSICIONAR OU NAVEGAR UM OBJETO. A presente invenção inclui um método para um uso combinado de um sistema de posicionamento local, um sistema de RTK local e um sistema de posicionamento de fase de portadora global ou, de rede ampla ou regional (WADGPS) no qual desvantagens associadas com o sistema de posicionamento local, o RTK e a técnicas de navegação de WADGPS quando usadas separadamente são evitadas. O método inclui determinar uma primeira posição do objeto com base na informação a partir do WADGPS, e determinar uma segunda posição do objeto com base na informação da posição a partir de um sistema de posicionamento de RTK / de posicionamento local. Daí em diante, a posição determinada pelo WADGPS e a posição determinada pelo sistema de posicionamento de RTK / de posicionamento local são comparados. A posição de WADGPS é usada para navegar o objeto quando a posição do WADGPS e posição / posicionamento local diferem por mais do que um limite pré-definido, e usar a posição de RTK / de posicionamento local para navegar o objeto quando a posição do WADGPS e posição de RTK / posicionamento local difere de menos do que o limite pré-definido.



“MÉTODO PARA POSICIONAR OU NAVEGAR UM OBJETO, MEIO LEGÍVEL POR COMPUTADOR, E, RECEPTOR DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE PARA POSICIONAR OU NAVEGAR UM OBJETO”

REFERÊNCIA CRUZADA PARA CASOS RELACIONADOS

5                    Este pedido é uma continuação em parte de número serial 11/345,124, depositada em 31 de janeiro de 2006, que é uma continuação em parte do numero serial 10/757,340, depositada em 13 de janeiro de 2004, ambas as quais são aqui incorporadas para referência.

CAMPO TÉCNICO

10                    A presente invenção se relaciona de modo geral, á tecnologias associadas com posicionamento e navegação usando satélites, e mais particularmente para resolver ambigüidade de flutuação de portadora em um sistema de navegação ou posicionamento de fase de portadora global, ou de área ampla, ou regional.

15                    FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

                         O sistema de posicionamento global (GPS) usa satélites no espaço para localizar objetos na Terra. Com GPS, sinais provenientes dos satélites chegam em um receptor de GPS e são usados para determinar a posição do receptor de GPS. Correntemente, dois tipos de medidas de GPS correspondendo a cada canal correlativo com um sinal de satélite de GPS  
20                    travado estão disponíveis para receptores de GPS civis. Os dois tipos de medidas de GPS são de intervalo falso, e de fase de portadora integrada para dois sinais de portadora, L1 e L2, com freqüências de 1,5754 GHz e 1,2276 GHz, ou comprimentos de onda de 0,1903 m e 0,2442 m, respectivamente. A  
25                    medida de intervalo falso (ou medida de código) é um dado de observação de GPS básico que todos os tipos de receptores de GPS podem fazer. Ela utiliza os códigos C/A ou P modulados no sinais de portadora. A medida registra o tempo aparente tomado para o código relevante viajar do satélite para o receptor, i. e., o tempo que o sinal chega no receptor de acordo com o relógio

do receptor menos o tempo que o sinal deixa o satélite de acordo com o relógio do satélite . A medida de fase da portadora é obtida integrando uma portadora reconstruída do sinal como ele chega no receptor. Assim sendo, a medida de fase da portadora é também uma medida de diferença de tempo de trânsito como determinada pelo tempo que o sinal deixa o satélite de acordo com o relógio do satélite e o tempo que ele chega no receptor de acordo com o relógio do receptor. Contudo, porque um número inicial de ciclos completos em trânsito entre o satélite e o receptor quando o receptor começa a monitorar a fase da portadora do sinal é usualmente não conhecido, a diferença de tempo de trânsito pode estar em erro por múltiplos ciclos da portadora, i.e., há uma ambigüidade de ciclo completo na medida da fase da portadora.

Com as medidas de GPS disponíveis, o intervalo ou distância entre um receptor de GPS e cada um de uma multidão de satélites é calculada multiplicando um tempo de viagem do sinal pela velocidade da luz. Esses intervalos são usualmente referidos como intervalos falsos porque o relógio do receptor de modo geral, tem um erro de tempo significativo que causa uma parcialidade comum no intervalo de medida. A parcialidade comum do erro do relógio do receptor é solucionada junto com as coordenadas de posição do receptor como parte da computação da navegação normal. Vários outros fatores pode também conduzir a erros ou ruído no intervalo calculado, incluindo erros efêmeros, erro de sincronismo do relógio do satélite, efeitos atmosféricos, ruído do receptor e erro de múltiplos caminhos. Com navegação de GPS autônoma onde um usuário com um receptor de GPS obtém intervalos de fase de portadora e / ou código com relação a uma grande quantidade de satélites à vista, sem consultar qualquer estação de referência, o usuário é bem limitado nas maneiras para reduzir os erros ou ruídos nos intervalos.

Para eliminar ou reduzir esses erros, operações diferenciais são tipicamente usadas em aplicativos de GPS. Operações de GPS diferenciais (DGPS) tipicamente envolvem um receptor de GPs de referência básica, um

receptor de GPS do usuário (ou navegação), e um enlace de comunicação entre o usuário e os receptores de referência. O receptor de referência é colocado em uma localização conhecida e a posição conhecida é usada para gerar correções associadas com algum ou todos dos fatores de erro acima. As correções são fornecidas ao receptor do usuário e o receptor do usuário então usa as correções para apropriadamente corrigir sua posição computada. As correções podem ser na forma de correções para a posição do receptor de referência determinada no sítio de referência ou na forma de correções para o relógio do satélite de GPS específico e / ou órbita. Operações diferenciais usando medidas de fase de portadora são freqüentemente referidas como operações de navegação / posicionamento (RTK) cinética em tempo real.

O conceito fundamental de Diferencial GPS (DGPS) é tomar vantagem da correlação espacial e temporal dos erros inerentes nas medidas de GPS para cancelar os fatores de ruído nas medidas de fase de portadora e / ou de intervalo falso resultando desses fatores de erro. Contudo, enquanto o erro de sincronismo do relógio do satélite de GPS, que aparece com uma parcialidade na medida de fase de portadora e / ou intervalo falso, é perfeitamente correlacionado entre o receptor de referência e o receptor do usuário, muitos dos outros fatores de erro são ou não correlacionados ou a correlação diminui em aplicações de área ampla, i.e., quando a distância entre os receptores de referência e do usuário se torna grande.

Para superar a imprecisão do sistema de DGPS em aplicações de área ampla, várias técnicas de DGPS globais ou de área ampla, ou regional (daqui em diante referido como DGPS de área ampla ou WADGPS) foram desenvolvidas. O WADGPS inclui um rede de múltiplas estações de referência em comunicação com um centro de computação ou centro de processamento. Correções de erro são computadas no centro de processamento com base nas localizações conhecidas das estações de referência e as medidas tomadas por elas. As correções de erro computadas

são então transmitidas aos usuários através de enlace de comunicação tal como satélite, telefone, ou rádio. Usando múltiplas estações de referência, WADGPS fornece estimativa mais precisa das correções de erro.

Assim sendo, um número de técnicas diferentes foi desenvolvida para obter navegação de alta precisão usando as medidas de fase de portadora do GPS. A técnica de RTK tem uma precisão típica de cerca de um centímetro. De modo a obter aquela precisão, contudo, a ambigüidade de ciclo completo nas medidas de fase de portadora diferencial precisa ser determinada. Quando a distância entre o receptor do usuário e o receptor altamente vantajoso porque neste caso, a ambigüidade de ciclo completo pode ser resolvida não somente de forma precisa mas também de forma rápida. Por outro lado, quando a distância de linha básica é mais do que umas poucas dezenas de quilômetros, pode se tornar impossível para determinar a ambigüidade de ciclo completo e a precisão de RTK normal pode não ser alcançada. Uma outra limitação da técnica de RTK é que ela requer um enlace de comunicação de rádio local para ser mantido entre o receptor de referência e o receptor de navegação.

As técnicas de WADGPS que empregam um método diferencial de fase de portadora também podem alcançar precisão de navegação bem alta. As técnicas diferenciais de WADGPS são também caracterizadas por enlaces de comunicação de baixa frequência de longa distância confiáveis ou por enlaces de comunicação via satélite confiáveis . Assim sendo, as correções podem de modo geral, ser comunicadas aos receptores de navegação sem interrupção significativa. Contudo, as técnicas de WADGPS usualmente tratam as ambigüidades de ciclo completo como uma variável ( não inteiro) estimada real e solucionam uma “ ambigüidade de flutuação ”, que é usualmente bem pobremente definida até os dados de medida cobrindo um intervalo de tempo de mudança de geometria do satélite significativa tenha sido obtida. Assim sendo, em uma aplicativo de

WADGPS, um intervalo de tempo enquanto de uma ou duas horas é freqüentemente requerido para solucionar a “ ambigüidade de flutuação ” de modo a conduzir a uma precisão de menos do que 10 centímetros na posição navegada.

5                    Posicionamento preciso ( $< 1$  cm) pode também ser obtido usando um sistema de posicionamento local. Sistemas de posicionamento local convencionais usando componentes ativos ou passivos incluem sistemas de alcance à laser ou acústicos, por exemplo, com base em um tempo de vôo para os sinais e / ou um deslocamento de freqüência de Doppler. Sistemas acústicos tipicamente usam estações de marcação em terra e / ou sinalizações de transponder para medir intervalos dentro de uma rede de dispositivos, algum dos quais são fixos para formar o sistema de coordenada local. Infelizmente, por causa das propriedades da propagação do som através do ar, sistemas acústicos podem somente medir intervalo para precisões de um centímetro ou mais, e somente sobre relativamente distâncias curtas. Sistemas de posicionamento local com base em lasers utilizam medidas de ambos, o angulo e a distância entre um dispositivo e um ou mais objetos refletivos, tal como prismas, para triangular ou dimensionar em três direções uma posição do dispositivo. Um intervalo de operação efetivo de sistemas de posicionamento local com base em lasers é também tipicamente restrito às distâncias relativamente curtas (na ordem de 1000- 10.000m).

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

25                    O presente pedido inclui um método para combinar o uso das técnicas de navegação de WADGPS e de RTK tal que a fraqueza de cada técnica pode ser complementada pela força de outra técnica. A desvantagem primária da técnica de WADGPS é que o receptor de navegação toma um longo tempo (freqüentemente mais do que uma hora) para determinar os valores de ambigüidade de flutuação, que são requeridos para converter as medidas de fase de portadora em medidas de intervalo precisas. As

desvantagens primárias da técnica de RTK são, que isto requer um enlace de comunicação de dados em tempo real (normalmente linha de sítio) entre um receptor do usuário de GPS e um receptor de referência de GPS e que a ambigüidade de ciclo completo pode somente ser determinada quando a

5 distância de separação entre o receptor de referência de GPS e receptor do usuário de GPS é relativamente curta.

Essas desvantagens separadas podem ser removidas usando o método para combinar o uso das técnicas de navegação de WADGPS e de RTK de acordo com uma modalidade da presente invenção. O método inclui

10 usando uma posição conhecida de um receptor do usuário para configurar inicialmente os valores de ambigüidade de um sistema de WADGPS. Quando o receptor do usuário tem sido estacionário, a posição conhecida do receptor do usuário pode ser uma posição levantada ou uma posição obtida a partir da operação anterior. Quando o receptor do usuário está se movendo, a

15 localização conhecida, pode ser obtida usando um sistema de RTK.

Assim sendo, em uma operação combinada, quando o enlace de comunicação para o sistema de posicionamento local e / ou navegação de RTK está disponível, as saídas de posição, velocidade e tempo (PVT) do receptor do usuário podem ser obtidas usando o sistema de posicionamento

20 local e / ou o sistema de RTK, enquanto o sistema de WADGPS roda em segundo plano e suas saídas são constantemente configuradas inicialmente para concordar com as saídas do sistema de RTK. Quando o enlace de comunicação para o sistema de posicionamento local é perdido, as saídas de PVT do receptor do usuário podem ser obtidas usando o sistema de RTK e /

25 ou o sistema de WADGPS, que foi iniciado quando o sistema de posicionamento local estava operando. Quando o enlace de comunicação para a navegação de RTK é perdido, ou quando o receptor do usuário vaga muito distante da estação de referência no sistema de RTK, as saídas de PVT do receptor do usuário pode ser obtida usando o sistema de WADGPS, que foi

configurado inicialmente enquanto o RTK estava operando. Tal configuração inicial evita os 15 minutos normais para duas horas para o tempo de “ puxar para si” de duas horas requerido para resolver os valores de ambigüidade de flutuação quando a posição do receptor do usuário de GPS não é conhecida.

5 Isto fornece soluções de PVT bem precisas a partir do sistema de WADGPS enquanto o sistema de posicionamento local e / ou o sistema de RTK está indisponível ou impreciso, e torna a técnica de WADGPS mais prática para propósitos de navegação e posicionamento de alta precisão em tempo real.

### DESCRIÇÃO BREVE DOS DESENHOS

10 FIG. 1 é um diagrama de bloco de uma combinação de um Sistema de WADGPS, um sistema de posicionamento local, e um sistema de RTK local de acordo com uma modalidade da presente invenção.

FIG. 2 é um diagrama de bloco de um sistema de computador acoplado a um receptor de GPS do usuário.

15 FIG. 3A é um fluxograma ilustrando um método para combinar o uso do sistema de WADGPS, o sistema local de RTK, e / ou o sistema de posicionamento local.

FIG. 3B é um fluxograma ilustrando um método para atualizar uma posição do receptor usando um sistema de RTK local.

20 FIG. 4A é um fluxograma ilustrando um fluxo de processo para operação combinada usando ambos o sistema de WADGPS e o sistema de RTK local.

FIG. 4B é um fluxograma ilustrando um fluxo de processo para uso de um sistema de posicionamento local, um sistema de RTK local, e  
25 / ou um sistema de WADGPS.

FIG. 4C é um fluxograma ilustrando um fluxo de processo para uso de um sistema de WADGPS com um sistema de posicionamento local e / ou um sistema de RTK local.

FIG. 5 é a diagrama ilustrando uma situação na qual a

operação combinada pode ser usada.

### DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

FIG. 1 ilustra um sistema de GPS diferencial global ou de área ampla (WADGPS) 100 de acordo com uma modalidade da presente invenção.

5 Como mostrado na FIG. 1, o sistema de WADGPS 100 inclui uma rede de estações de referência 120 cada uma tendo um receptor de GPS 122, e um ou mais centros de processamento 105. As estações de referência 120 continuamente fornecem dados de observações de GPS brutos para o centro de processamento 105 para processamento. Esses dados de observações  
10 incluem código e portadora de GPS; medidas de fase, situações efêmeras, e outra informação obtida de acordo com sinais recebidos a partir de uma grande quantidade de satélites 110 nas estações de referência 120. As estações de referência 120 são colocadas em localizações conhecidas através de uma área ampla 101, tal como um continente, para um sistema de DGPS de área  
15 ampla, ou através do globo para uma rede de DGPS global. Os centros de processamento 105 são facilidades nas quais os dados de observações de GPS são processados e correções de DGPS são computadas. Se múltiplos centros de processamento independentes são fornecidos, é preferido que eles sejam geograficamente separados e operados em paralelo.

20 O sistema de WADGPS 100 pode ser utilizado por um ou mais usuários (ou dispositivos ou objetos de usuários) 140 cada um tendo um receptor do usuário de GPS 142 para propósitos de posicionamento e / ou navegação. Em uma modalidade da presente invenção, o usuário 140 é associado com uma estação de referência 120 através de um enlace de  
25 comunicação de rádio de RTK tal que o receptor do usuário 142 e a estação de referência 120 próxima formam um sistema de RTK local 150. Em algumas modalidades, o usuário 140 pode também ser associado com um sistema de posicionamento local 174 tendo uma ou mais estações de marcação em terra 176. A uma ou mais estações de marcação em terra 176

pode ser ativas ou passivas. A uma ou mais estações de marcação em terra 176 pode cada uma ter um receptor de GPS 122.

Sistema 100 ainda inclui enlaces de comunicação de dados convencionais (não mostrado) para fornecer mecanismo de transporte confiável para os dados de observações de GPS a serem enviados das estações de referência 120 para os centros de processamento 105 e para as correções computadas a serem transmitidas, a partir dos centros de processamento 105 para as estações de referência 120 e os usuários 140. Um sistema de WADGPS continental usualmente tem cerca de 3 à 10 receptores de referência e um sistema global de WADGPS usualmente tem cerca de 20 à 100 receptores de referência alimentando dados para os centros de processamento 105. Em uma modalidade da presente invenção, os dados de observação do GPS são enviados a partir das estações de referência 120 para os centros de processamento 105 através da Internet, e correções computadas são enviadas também através da Internet a partir dos centros de processamento para um ou mais estações em terra (não mostrado) para fazer enlace de comunicação de subida para um ou mais satélites (não mostrado), que então transmite as correções computadas para recepção pelas estações de referência 120 e o receptor do usuário 142.

Em uma modalidade da presente invenção, o usuário ou objeto 140 é também equipado com um sistema de computador 144 acoplado ao receptor do usuário de GPS 142. Como mostrado na FIG. 2, o sistema de computador 144 inclui uma unidade de processamento central (CPU) 146, memória 148, uma ou mais portas de entrada 154, um ou mais receptores auxiliares 155, uma ou mais portas de saída 156, e (opcionalmente) uma interface de usuário interface 158, acoplada a cada outra por uma ou mais barras de comunicação 152. A memória 148 pode incluir memória de acesso aleatório de alta velocidade e pode incluir armazenamento de massa não volátil tal como um ou mais dispositivos de armazenamento de disco

magnéticos ou dispositivos de memória temporária.

A memória 148 preferencialmente armazena um sistema de operação 162, procedimentos de aplicativo de GPS, e um banco de dados 170. Os procedimentos de aplicativo de GPS 164 podem incluir procedimentos 166 para realizar um método 300 para combinar o uso do sistema de posicionamento local 174, o sistema de RTK local 150, e / ou o sistema de WADGPS 160, como descrito in mais detalhes abaixo. O sistema operacional 162 e programas e procedimentos de aplicativo 164 armazenados em memória 148 são para execução pela CPU 146 do sistema de computador 144. A memória 148 preferencialmente também armazena estruturas de dados usadas durante a execução dos procedimentos de aplicativo de GPS 164, incluindo medidas de fase de portadora e de intervalo falso de GPS 168, correções de GPS 172 recebidos a partir dos centros de processamento, assim como outras estruturas de dados discutida neste documento.

As portas de entrada 154 são para receber dados do receptor de GPS 142, e pelo menos, um receptor auxiliar 155 para receber informação proveniente da estação de referência ou estação de marcação em terra 120 no sistema de posicionamento local 174 ou o sistema de RTK local 150 através de um enlace de comunicação de rádio 124, e para receber correções de GPS e outra informação proveniente dos centros de processamento 105 através de um enlace de comunicação de satélite 107. A porta de saída 156 é usada para emitir dados para a estação de referência ou estação de marcação em terra 120 através do enlace de comunicação de rádio 124 ou dispositivos acústicos ou à laser (não mostrado). Em uma modalidade da presente invenção, a CPU 146 e a memória 148 do sistema de computador 144 são integrados com o receptor de GPS 142 em um dispositivo único, dentro de um único compartimento, como mostrado na FIG. 2. Contudo, tal integração não é requerida para realizar os métodos da presente invenção.

Por conseguinte, o usuário ou objeto 140 pode se encaixar em

três diferentes modos de operação ou, de forma simultânea, ou em tempos diferentes. O usuário ou objeto 140 pode operar em um modo de WADGPS no qual o usuário ou objeto 140 posicionam a si próprios, ou navegam usando o sistema de WADGPS 100, em um modo de RTK no qual o usuário ou objeto 140 posicionam a si próprios ou navegam usando o sistema de RTK local 150, e / ou em um modo de posicionamento local no qual o usuário ou objeto 140 posicionam a si próprios ou navegam usando o sistema de posicionamento local 174. Quando o usuário ou objeto 140 está perto de uma ou mais estações de marcação em terra 176 com as quais ela pode ser associada e um enlace de comunicação entre o usuário ou objeto 140 e a uma ou mais estações de marcação em terra 176 pode ser mantida, o usuário pode usar a uma ou mais estações de marcação em terra 176 para posicionar a si próprio com relação a uma ou mais estações de marcação em terra 176. Quando o usuário ou objeto 140 está perto da estação de referência 120 com a qual ele está associado e o enlace de comunicação de rádio entre o usuário ou objeto 140 e a estação de referência 120 pode ser mantida, o usuário pode usar o sistema de RTK local 150 para posicionar a si próprio com relação à estação de referência 120. O sistema de posicionamento local 174 e o sistema de RTK local 150, são mais vantajosos do que o sistema de WADGPS 100 no qual eles são mais precisos e que a ambigüidade inteira de ciclo completo pode ser resolvida de forma rápida, como explicado a seguir.

Usando o sistema de RTK local 150, quando medidas são tomadas com relação à  $n$  satélites 110 na visada do receptor de referência de GPS 122 e o receptor de GPS do usuário associada 142, as medidas podem ser usados para resolver para uma posição do usuário ou objeto 140 de acordo com a seguinte equação no formato de matriz:

$$(\nabla\Phi + N)\lambda = Hx + n, \quad (1)$$

onde  $\nabla\Phi = [ \nabla\Phi_1 \ \nabla\Phi_2 \ \dots \ \nabla\Phi_n ]^T$  é um vetor de medida de fase de portadora formado pela medida de fase da portadora diferencial com

relação a cada um dos  $n$  satélites 110,  $N = [ N_1 N_2 \dots N_n ]^T$  é um vetor de ambigüidade inteiro formado pela ambigüidade inteira diferencial associada com cada uma das medidas de fase de portadora diferencial no vetor de medida de fase da portadora vetor,  $H = [ h_1 h_2 \dots h_n ]^T$  é uma matriz de  
 5 sensitividade de medida formada penlaces vetores de unidade do usuário ou objeto 140 para os  $n$  satélites 1 10,  $x$  é um vetor de estado desconhecido real (ou vetor real) incluindo um vetor de posição a partir da estação de referência 120 para o usuário ou objeto 140 no sistema de RTK local 150, e  $\eta_\phi = [\eta_{\phi_1} \eta_{\phi_2} \dots \eta_{\phi_n}]^T$  é um vetor de medida de ruído (ou vetor residual de intervalo de  
 10 fase) formado pelo ruído de fase de portadora diferencial com relação a cada um dos  $n$  satélites 110.

Para solucionar o vetor real  $x$  usando a equação (1), o vetor de ambigüidade inteira  $N$  necessita ser resolvido. Muitos métodos diferentes tem sido desenvolvidos para resolver os valores de ambigüidade inteira incluídos  
 15 no vetor de ambigüidade inteira  $N$  e esses métodos tipicamente usam uma processo de pesquisa para encontrar uma combinação dos valores de ambigüidade inteira que satisfaz certo critérios, tal como um norm mínimo de um vetor de medida residual  $\Delta_\phi$ ,

$$\Delta_\phi = (\nabla\Phi + \tilde{N})\lambda - H\hat{x} \quad (2)$$

onde  $\Delta_\phi$  é um vetor residual de intervalo de fase correspondendo a um vetor de ambigüidade inteira candidato  $N$  incluindo a  
 20 combinação dos valores de ambigüidade inteira, e  $x$  é a solução de quadrados mínimo da equação (1),

$$\hat{x} = [H^T H]^{-1} H^T (\nabla\Phi + N)\lambda \quad (3)$$

ou,

$$\hat{x} = [H^T R H]^{-1} H^T R^{-1} (\nabla\Phi + N)\lambda \quad (4)$$

onde

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \sigma_i^2 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

é uma matriz de medida de covariância formada por  $\sigma_i$ , que é um desvio padrão do ruído de fase de portadora diferencial  $n_{\phi_i}$  calculada usando métodos convencionais. Um exemplo dos métodos para calcular  $\sigma_i$ , pode ser encontrado em “ Precision, Cross Correlation, and Time Correlation of GPS Phase and Code Observations ” de Peter Bona, GPS Solutions, Vol. 4, No. 2, Fall 2000, p. 3-13, ou em “ Tightly Integrated Attitude Determination Methods for Low-Cost Inertial Navegação : Two-Antenna GPS e GPS/Magnetometer ” de Yang. Y., Ph.D. Dissertation, Dept. de Engenharia Elétrica, Universidade da Califórnia, Riverside, CA Junho de 2001, ambos aqui incorporado por referência.

Outros exemplos dos métodos de pesquisa pode ser encontrado em “ Instantaneous Ambiguity Resolution ”, de Hatch, R., nos Proceedings of the KIS Symposium 1990, Banff, Canada, que é incorporado aqui para referência, e no pedido de patente de propriedade comum “ Fast Ambiguity Resolution for Real Time Kinematic Survey and Navigation ”, Número Serial do Pedido de Patente 10/338,264, emitida com o Numero de Patente U.S. 6,753,810, que é também incorporada aqui para referência.

Com a ambigüidade inteira resolvida, a posição, velocidade e tempo (PVT) do receptor do usuário 142 podem ser computados de forma precisa como soluções do sistema de RTK local 150.

Usando o sistema de posicionamento local 174, a posição, velocidade e tempo (PVT) do receptor do usuário 142 podem ser computados de forma precisa como soluções do sistema de posicionamento local 174. Por exemplo, informação de distância e ângulo relativa a uma ou mais estações de marcação em terra pode ser determinada usando um tempo de vôo dos sinais e

/ ou deslocamentos de frequência de Doppler . Discussão adicional de determinação da informação de intervalo e ângulo em um sistema de posicionamento local é fornecida na U.S. Publication No. 2005-0270228, com o título de “ Improved Radar System for Local Positioning ” depositada em 5 11 de abril de 2005, o conteúdo da qual é aqui incorporada para referência. Em adição, medidas tomadas com respeito à  $n$  satélites 110 na visada do receptor de GPS 120 em uma ou mais das uma ou mais estações de marcação em terra 176 e o receptor do usuário de GPS 142 associado, as medidas podem ser usadas para solucionar a posição do usuário ou objeto 140 de 10 acordo com as equações precedentes.

A despeito de suas muitas vantagens, o sistema de posicionamento local 174 e / ou o sistema de RTK local 150 pode não estar disponível ao usuário ou objeto 140 em toda a hora porque o usuário pode se mover para uma localização que está bem longe de uma ou mais estações de 15 marcação em terra 176 e / ou da estação de referência 120, ou está fora do sítio de uma ou mais estações de marcação em terra 176 e / ou da estação de referência 120 tal que o enlace de comunicação e / ou o enlace de comunicação de rádio 124 entre o usuário ou objeto 140 e a estação de marcação em terra e / ou estação de referência não pode ser mantida. Nessas 20 situações, erro induzido da ionosfera não pode ser removido de forma satisfatória levando em conta a diferença entre medidas no usuário ou objeto 140 e na estação de marcação em terra 176 e / ou estação de referência 120. Esse erro afeta o processo de pesquisa acima para o vetor de ambigüidade inteira porque isto causa resíduos de medida incluídos no vetor residual de 25 medidas  $\Delta \phi$  para aumentar.

Por conseguinte, em situações onde o sistema de posicionamento local 174 e o sistema de RTK local não estão disponíveis ou perderam sua precisão devido a grande separação entre o receptor do usuário de GPS e a estação de marcação em terra e estação de referência, o usuário

pode necessitar operar no modo de WADGPS no qual uma abordagem diferente abordagem para resolver ambigüidade inteira é usada. Usando o sistema de WADGPS 100, cada ambigüidade de ciclo completo é estimada como uma variável estimada real ( não inteira). Esta prática é freqüentemente referida para como determinar um valor de “ ambigüidade de flutuação ”. Um método para determinar o valor de “ ambigüidade de flutuação ” envolve a formação de código corrigido de refração e medidas de fase de portadora baseadas nas medidas de GPS brutas tomadas no usuário ou objeto 140, o escalonamento das medidas de fase de portadora para as mesmas unidades que as medidas de código, e a subtração de cada medida de portadora de fase escalonada da medida de código correspondente para obter um valor de desvio. Em uma modalidade da presente invenção, a medida de código corrigida de refração, designada como PRC, é formada como a seguir:

$$P_{RC} = \frac{f_1^2}{(f_1^2 - f_2^2)} P_1 - \frac{f_2^2}{(f_1^2 - f_2^2)} P_2 \cong P_1 - 1.5457(P_1 - P_2) \quad (6)$$

onde  $P_1$  e  $P_2$  são as medidas de código de intervalo falso brutas nas freqüência de L1 e L2,  $f_1$  e  $f_2$ , respectivamente, em um particular período de medida. A medida de fase de portadora corrigida de refração, designada como  $L_{RC}$ , é formada similarmente como segue:

$$L_{RC} = \frac{f_1^2}{(f_1^2 - f_2^2)} L_1 - \frac{f_2^2}{(f_1^2 - f_2^2)} L_2 \cong L_1 - 1.5457(L_1 - L_2) \quad (7)$$

onde  $L_1$  e  $L_2$  são as medidas de fase de portadora escalonadas penlaces comprimentos de onda do sinais de L1 e L2, respectivamente, e cada uma inclui um valor de ambigüidade de ciclo completo aproximado que foi adicionado para forçar a medida de fase de portadora escalonada a estar perto do mesmo valor que a medida de código correspondente. Assim sendo,

$$L_1 = (\varphi_1 + N_1)\lambda_1, \quad (8)$$

$$L_2 = (\varphi_2 + N_2)\lambda_2, \quad (9)$$

onde  $\varphi_1$  e  $\varphi_2$  são as medidas brutas de fase da portadora nas frequências de L1 e L2, respectivamente, no mesmo período de medida, e os valores de ciclo completo de  $N_1$  e  $N_2$  foram iniciados no começo da monitoração da fase da portadora pelo usuário ou objeto 140 para dar valores que estão dentro de um comprimento de onda de portadora das medidas de código correspondente a fim de conservar pequenas as diferenças entre as medidas escalonadas de fase de portadora e as medidas de código correspondente. A partir da forma da equação (7), é notado que a medida de fase de portadora corrigida de refração inclui uma ambigüidade de ciclo completo com um comprimento de onda / determinada pela soma de  $f_1$  e  $f_2$  (que é cerca de 2.803 GHz), tal que  $\lambda$  é aproximadamente 0,1070 metros (i. e.,  $c / (f_1 + f_2)$ ).

Porque os efeitos da ionosfera têm sido removidos de ambos, os códigos e as medidas de fase de portadora de acordo com as equações (6) - (9) e os efeitos do relógio do satélite e os erros de órbita nas medidas de fase de portadora e de intervalo falso são os mesmos, os valores de  $P_{RC}$  e  $L_{RC}$  obtidos no passo 310 deve ser quase idênticos exceto para a possível ambigüidade de ciclo completo associada com a medida de fase de portadora de  $L_{RC}$  e o maior ruído de múltiplos caminhos na medida de código de  $P_{RC}$ . Isto permite a resolução da ambigüidade de ciclo completo em  $L_{RC}$  aplainando um desvio ( $O = P_{RC} - L_{RC}$ ) entre a medida de código corrigido de refração e a medida de fase de portadora corrigida de refração através de uma série de períodos de medida tal que o desvio se torna uma estimativa cada vez mais precisa “ ambigüidade de flutuação ”. O valor do desvio aplainado pode ser ainda ajustado usando resíduos de medidas pós-fixadas para fornecer um ajuste de medida de fase de portadora adicional tal que os resíduos de medidas ajustadas são perto de zero.

Em uma modalidade da presente invenção, o desvio é aplainado tomando uma média de expansão do desvio com a seguir:

$$O_i = O_{i-1} + (P_{RC}^i - L'_{RC} - O_{i-1})/\eta, \quad (10)$$

onde  $i = 1, 2, 3, \dots$ , é usado para designar um período de medida, e o valor de  $\eta$  é um valor de confiança que aumenta conforme  $O_i$ , se torna uma estimativa mais precisa do valor da ambigüidade de flutuação. Em uma modalidade da presente invenção,  $\eta$  é igual à  $i$  até um valor máximo de média é obtido. Por exemplo, se a medida de fase de portadora é assumida de ter somente 1/100 avos do ruído da medida de código, o valor de “ $\eta$ ” seria limitado para ser menos do que 100 ao quadrado ou 10.000. A equação (9) pode assim sendo ser recursivamente calculada até uma precisão pré-determinada do valor de ambigüidade de flutuação ser alcançado.

Com o desvio aplainados  $O_i$ , uma medida de código corrigida de refração aplainada  $S$ , pode ser obtida adicionando a medida de fase de portadora corrigida de refração para o período corrente de medida do desvio aplainado, tal que

$$S_i = O_i + L_i \quad (10)$$

que tem a precisão da medida de fase de portadora mas sem as ambigüidades associadas.

O processo acima como descrito em associação com as equações (6) - (10) é efetuado para cada um de uma grande quantidade de satélites na visada do receptor do usuário de GPS 142. Com a medida de código corrigida de refração aplainada disponível para cada um da grande quantidade de satélites na visada do receptor do usuário de GPS 142, os intervalos falsos para esses satélites podem ser obtidos. Esses intervalos falsos são ajustados com as correções de WADGPS recebidas dos centros de processamento 105 e são usados em uma correção de quadrados mínimos ponderados para calcular o vetor de estado  $x$ . Desta maneira, a posição, velocidade e tempo (PVT) do receptor do usuário de GPS 142 podem ser computadas como para as PVT do receptor do usuário de GPS 142.

Outro exemplos dos métodos para obter os desvios corrigidos

de refração aplainados, podem ser encontrados no “ The Synergism of Code and Carrier Measurements ”, de Hatch, R. nos Proceedings of the Third International Geodetic Symposium on Satellite Doppler Positioning, DMA, NOS, Las Cruces, N.M., Universidade do Estado de Novo México, Vol. II. pp. 1213-1232, que é aqui incorporado para referência, e no pedido de patente de propriedade comum para um “ Method for Generating Clock Corrections for a Wide-Area ou Global Differential GPS System ”, U.S. Publication No. US-2005-0024263, que é também incorporada aqui para referência.

Também é possível solucionar os valores de “ ambigüidade de flutuação ” como estados separados em uma solução de quadrados mínimos ou de filtro de Kalman. Quando as ambigüidades são incluídas como estados, um valor estimado para cada valor de ambigüidade de flutuação é ajustado de acordo com uma variância tal que se torna cada vez mais precisa conforme a geometria do sistema muda devido ao movimento do satélite. Assim sendo, está técnica também conduz a uma estimativa cada vez mais precisa ao longo do tempo. Ver anotações de Patrick H. C. Hwang em Navigation Vol. 38, No. 1, Spring 1991, com o título de “ Kinematic GPS for Differential Positioning: Resolving Integer Ambiguities on the Fly ”, que é aqui incorporado para referência.

Há muitas combinações e variações das técnicas acima que podem ser usadas para estimar os valores de “ ambigüidade de flutuação ”. Contudo, todas elas envolvem dados de processamento sobre um intervalo de tempo significativo. O intervalo de tempo pode freqüentemente ser cerca de uma ou duas horas antes que alguém possa ter confiança que a “ ambigüidade de flutuação ” é precisa o bastante para conduzir a uma precisão de menos do que 10 centímetros na posição navegada do usuário 140. Para encurtar o intervalo de tempo para obter os valores de “ ambigüidade de flutuação ”, o sistema de WADGPS pode ser iniciado como descrito abaixo usando uma localização conhecida do receptor do usuário de GPS 142.

FIG. 3A ilustra um método 300 para configurar inicialmente o sistema de WADGPS 100. Conforme mostrado na FIG. 3, o método 300 inclui um passo 310 no qual é determinado se o usuário é estacionário em uma localização conhecida. Isto pode ser feito de acordo com a entrada de usuário ou através de algum mecanismo convencional que permite ao computador 144 determinar se o receptor do usuário 142 tem sido estacionário. Se uma posição do receptor do usuário 142 é conhecida de forma precisa, aquela posição pode ser usada para computar os valores de ambigüidade de flutuação sem a assistência do sistema de posicionamento local 174 e / ou do sistema de RTK local 150, como explicado em mais detalhes abaixo. Uma posição levantada do receptor do usuário de GPS 142 poderia ser usada como a posição conhecida, ou em alguns ambientes, a posição pode ser conhecida simplesmente porque o usuário ou objeto 140 tem sido estacionário e a posição do usuário já foi determinada durante a operação anterior.

Em resposta à determinação que o usuário é estacionário em um localização conhecida, o método 300 avança para um passo 320 no qual a posição do receptor do usuário é configurado para a localização conhecida. Ao contrário, o método 300 avança para um passo 330 no qual o sistema de posicionamento local 174 e / ou o sistema de RTK local 150 estão habilitados à automaticamente atualizar a localização do usuário usando o método discutido acima.

O método 300 ainda inclui um passo 340 no qual a localização do receptor do usuário, se ela é determinada no passo 320 ou passo 330, é usada para computar um conjunto de distâncias teóricas para os satélites 110. Isto pode envolver computar as posições dos satélites 110 com base nas efêmeras transmissões do sistema de WADGPS 100 e ajustar aquelas posições através da transmissão das correções orbitais pelo sistema de WADGPS 100. Dado ambos, a posição do receptor do usuário e as posições

dos satélites em coordenadas Cartesianas, a distância teórica do usuário à cada um dos satélites pode ser computado como a seguir:

$$r = \sqrt{(x_s - x_u)^2 + (y_s - y_u)^2 + (z_s - z_u)^2} \quad (11)$$

onde subscrito  $s$  designa a coordenada do satélite e o subscrito  $u$  designa a coordenada do receptor do usuário ou do objeto.

5 O método 300 ainda inclui um passo 350 no qual o valor inicial de ambigüidade de flutuação  $a$ , correspondendo a cada satélite é calculado através da subtração da distância teórica computada da distância obtida através da medida de fase de portadora corrigida de refração com relação ao mesmo satélite tal que,

$$a = r - L_{RC}^0 \quad (12)$$

10 onde  $L_{RC}^0$  representa a medida de fase de portadora corrigida de refração computada de acordo com equação (7) em um início do período de medida.

O método 300 ainda inclui um passo 360 no qual os valores da ambigüidade de flutuação são resolvidos adicionando os valores iniciais de ambigüidade de flutuação para as medidas de fase de portadora corrigidas de refração no período de medidas subseqüente, i. e.,

$$L'_{RC} = L_{RC}^i + a,$$

20 e tratando os valores de ambigüidade de flutuação como bem conhecidos tal que a confiança é configurada para alta (ou a variância é configurada para baixa). Na prática, o passo 360 é realizado usando um valor pequeno de ganho para ajustar os valores de ambigüidade de flutuação em um processo para determinar os valores de ambigüidade de flutuação. Por exemplo, se os valores de ambigüidade de flutuação são determinados aplainando o desvio entre a medida de código corrigida de refração e a

medida de fase de portadora corrigida de refração de acordo com a equação (9), um ganho pequeno significa tratar o valor da ambigüidade de flutuação como se um grande número de valores de desvio tem sido usado em computadores, tal que  $\eta = i + (\text{um grande número})$ . Se o valor de ambigüidade é determinado no estado de ambigüidade para um valor pequeno.

Assim sendo, usando a localização conhecida de um receptor do usuário estacionário 142, usando o sistema de posicionamento local 174 e / ou usando o sistema de RTK local 150 para configurar inicialmente os valores de ambigüidade de flutuação, um tempo normal de “ puxar para si” de quinze minutos à duas horas requerido para solucionar os valores de ambigüidade de flutuação quando a posição do receptor do usuário não é conhecida, é evitado. Isto pode acelerar grandemente o processo para resolver ambigüidades de fase de portadora no sistema de WADGPS 100, fazendo o sistema de WADGPS 100 mais adequado para propósitos de navegação e / ou de posicionamento em tempo real.

De modo a usar o sistema de posicionamento local 174 e / ou o sistema de RTK local 150 para atualizar a posição do receptor do usuário no método 300, a posição da uma ou mais estações de marcação em terra 176 no sistema de posicionamento local 174 e / ou a posição da estação de referência 120 no sistema de RTK local 150 pode ser determinada de forma precisa no sistema de WADGPS 100. Um sistema de posicionamento local ou sistema de RTK local convencional pode ser usado em um sentido relativo, significando que a posição do receptor do usuário 142 pode ser determinada relativa a uma ou mais estações de marcação em terra e / ou o receptor de referência. Desta maneira, posições relativas precisas do receptor do usuário de GPS 142 podem ser obtidas mesmo embora as coordenadas absolutas da uma ou mais estações de marcação em terra e / ou da estação de referência podem ou não podem ser particularmente precisas e dados de coordenada outros que os dados normais de GPS são usados para posicionar a estação de marcação em

terra e / ou a estação de referência. Para o uso combinado do sistema de posição local 174, do sistema de RTK 150, e / ou do sistema de WADGPS 100, contudo, uma posição absoluta da uma ou mais estações de marcação em terra 176 no sistema de posicionamento local 174 e no receptor de referência 120 no sistema de RTK 150 necessita ser determinada. Se uma posição incorreta é usada para a uma ou mais estações de marcação em terra 176 no sistema de posicionamento local 174 ou a estação de referência 120 no sistema de RTK local 150, isto vai causar os valores de ambigüidade de flutuação computados como descritos acima de serem incorretos. Isto vai conduzir a um desvio lento da posição computada do receptor do usuário 142 conforme os valores de ambigüidade de flutuação são lentamente ajustados para o valor corrigido durante processamento de WADGPS subsequente.

Em uma modalidade da presente invenção, uma posição média da uma ou mais estações de marcação em terra 176 no sistema de posicionamento local 174 e / ou uma posição média da estação de referência 120 no sistema de RTK 150 pode ser determinada com base em horas de dados de posicionamento a partir do sistema de WADGPS 100 para confiabilidade aumentada. Em uma modalidade alternativa, um sistema de computador na uma ou mais estações de marcação em terra 176 e / ou na estação de referência 120 aceita um valor de entrada de operador para sua posição e fornece uma posição ao usuário 140. Isto permite o posicionamento local relativo e / ou posicionamento de RTK para começar imediatamente usando aquela posição de referência posição. Ao mesmo tempo, uma posição mais precisa da uma ou mais estações de marcação em terra 176 e / ou a estação de referência 120 pode ser determinada pelo sistema de WADGPS 100 e é transmitida para a uma ou mais estações de marcação em terra 176 e / ou para a estação de referência 120. Esta posição mais precisa ou um desvio entre a posição de entrada do operador e a posição mais precisa da uma ou mais estações de marcação em terra 176 e / ou da estação de referência 120

determinada pelo sistema de WADGPS 100 podem então ser transmitida em uma taxa relativamente baixa para o usuário 140.

FIG. 3B ilustra em mais detalhes o passo 330 no método 300 no qual a posição do usuário é atualizada usando o sistema de posicionamento local 174 e / ou o sistema de RTK local 150. Como mostrado na FIG. 3B, o passo 330 inclui um passo secundário 331 no qual o usuário ou objeto 140 recebe a posição de entrada do operador da estação de referência 120 no sistema de posicionamento local 174 e / ou no RTK sistema 150, e um passo secundário 333 no qual o usuário ou objeto 140 efetua posicionamento local e / ou operação de local RTK para determinar sua própria posição relativa àquela de uma ou mais estações de marcação em terra 176 e / ou da estação de referência 120. O passo 330 ainda inclui um passo secundário 335 no qual o usuário ou objeto 140 recebe a posição mais precisa da estação de referência 120 determinada pelo sistema de WADGPS 100 ou o desvio entre a posição de entrada do operador da estação de referência 120 e a posição mais precisa da estação de referência 120 determinada pelo sistema de WADGPS 100. O passo 330 ainda inclui um passo secundário 337 no qual o usuário ou objeto 140 computa uma posição absoluta do receptor do usuário de GPS 142 nas coordenadas Cartesianas usando ou a posição de entrada do usuário da estação de marcação em terra e / ou da estação de referência ou a posição de uma ou mais estações de marcação em terra 176 e / ou da estação de referência 120 determinada pelo sistema de WADGPS 100 (se disponível).

Um exemplo onde benefícios poderiam ser obtidos usando o método 300 está no posicionamento de um trem. Quando um trem passa através de um túnel, o enlace de comunicação do sistema de posicionamento local, o enlace de comunicação de RTK e o enlace de comunicação global de WADGPS seriam perdidos. Nesta situação, o enlace de comunicação de dados do sistema de posicionamento local e / ou enlace de comunicação de dados de RTK podem ser configurados para configurar inicialmente os

valores de ambigüidade de WADGPS flutuação conforme o trem sai do túnel. Isto evitaria o intervalo longo de dados por outro lado requerido para determinar os valores de ambigüidade de flutuação corretos.

Um outro exemplo onde benefícios poderiam ser obtidos usando o método 300 está no posicionamento de um aeroplano logo após decolar. Neste caso, um sistema de posicionamento local e / ou um sistema de RTK local em um aeroporto onde um avião está se preparando para decolar pode ser usado para configurar inicialmente as ambigüidades de WADGPS, ou antes, ou durante a decolagem.

Assim sendo, o usuário ou objeto 140, que inclui o receptor do usuário de GPS 142 e o sistema de computador 144 acoplado ao receptor do usuário de GPS 142. Pode operar em ambos, o modo de posicionamento local, o modo de RTK e / ou o modo de WADGPS. O sistema de posicionamento local 174 e o sistema de RTK local 150 são mais favoráveis do que o sistema de WADGPS porque o processo de pesquisa para o sistema de posicionamento local 174 e o sistema de RTK local 150, como discutido acima, toma muito tempo do que o método de aplainar no sistema de WADGPS 100 para resolver os valores de ambigüidade inteira. No processo de pesquisa, o aplainamento das medidas de código de duração muito mais curta é efetuado, não para determinar a ambigüidade de ciclo completo diretamente, mas para fornecer uma incerteza diminuída em um conjunto inicial dos valores de ambigüidade inteira tal que o processo de pesquisa subsequente pode ser mais estreitamente constrangido. Por essa razão, somente uns poucos segundos de dados são suficientes para obter o conjunto inicial de valores de ambigüidade.

O sistema de posicionamento local 174 e / ou o sistema de RTK local 150, contudo, são somente disponíveis em situações onde o enlace de comunicação entre o receptor do usuário de GPS 142 e a uma ou mais estações de marcação em terra 176 no sistema de posicionamento local 174 e /

ou a estação de referência 120 no sistema de RTK local 150 pode ser mantido e o usuário ou objeto 140 não perambulam muito longe da uma ou mais estações de marcação em terra 176 no sistema de posicionamento local 174 e / ou da estação de referência 120 no sistema de RTK local 150. Quando essas

5 condições não são satisfeitas, isto é, quando o sistema de posicionamento local 174 e / ou o sistema de RTK local 150 estão ou não disponíveis ou imprecisos, o usuário pode recorrer ao o sistema de WADGPS 100 para navegação usando a última posição do receptor do usuário determinada pelo sistema de posicionamento local 174 e / ou pelo sistema de RTK 150 para

10 configurar inicialmente o sistema de WADGPS tal que o tempo de “ puxar para si ” longo para obter os valores de “ ambigüidade de flutuação ” é evitado.

FIG. 4A ilustra um fluxo de processo 400 para um operação combinada de posicionamento local, RTK e WADGPS efetuada pelo sistema

15 de computador do usuário 144. O fluxo de processo inclui passos 440, 450 e 460. Como mostrado na FIG. 4A, enquanto as correções de posicionamento local estão disponíveis, o usuário 140 opera no modo de posicionamento local e enquanto as correções de RTK estão disponíveis, o usuário 140 opera no modo de RTK. O usuário 140 recebe a posição 401 da estação de marcação

20 em terra / estação de referência 120 no sistema de posicionamento local 174 e / ou no sistema de RTK local 150 e efetua o passo 440 no qual os PVT dos receptores do usuário são determinados usando o posicionamento local / correções de RTK 410 recebidos da estação de marcação em terra 176 no sistema de posicionamento local 174 e / ou no receptor de referência 120 no

25 sistema local de RTK 150. Durante o desempenho do passo 440, o usuário 140 pode continuar a receber as correções de WADGPS 420 provenientes dos centros de processamento 105 tal que as soluções de WADGPS podem ser geradas em segundo plano. O usuário 140 pode também receber posição atualizada 430 da estação de marcação em terra 176 no sistema de

posicionamento local 176 e / ou da estação de referência 120 no sistema de RTK local 150 proveniente do centro de processamento 105 a uma taxa relativamente baixa. Usando a posição atualizada da estação de marcação em terra 176 e / ou da estação de referência 120 e o posicionamento local /  
5 soluções de RTK da posição do receptor do usuário, as soluções de WADGPS podem ser continuamente configuradas inicialmente em segundo plano para concordar com o posicionamento local / soluções de RTK, de acordo com o método 300 discutido acima.

Quando o posicionamento local e as correções de RTK são  
10 perdidos, o usuário 140 comuta para o modo de operação do WADGPS e efetua o passo 450, no qual o usuário 140 usa a posição do receptor do usuário determinada no modo de operação do posicionamento local e / ou do RTK imediatamente que o posicionamento local / correções de RTK se tornam indisponíveis para configurar inicialmente os valores de ambigüidade de  
15 flutuação para o modo de operação do WADGPS de acordo com o método 300 discutido acima. Desta maneira, os valores de “ ambigüidade de flutuação ” podem ser determinados sem o tempo de “ puxar para si ” longo. Durante o desempenho do passo 450, o usuário 140 continua a receber as correções de WADGPS 420 provenientes dos centros de processamento 105. O usuário  
20 140 pode também receber a posição atualizada 430 da uma ou mais estações de marcação em terra 176 no sistema de posicionamento local 174 e / ou da estação de referência 120 no sistema de RTK local 150 proveniente do centro de processamento 105 a uma taxa relativamente baixa. As coordenadas da estação de referência são usados para transformar a posição do receptor do  
25 usuário gerada no modo de WADGPS em posição relativa a uma ou mais estações de marcação em terra 176 e / ou a um receptor de referência local 120. Desta maneira os resultados de PVT gerado pelo sistema de computador do usuário 144 vai transladar sem interrupção entre os modos diferentes de operação.

Quando o posicionamento local e / ou as correções de RTK estão disponíveis de novo, o usuário reassume a operação de posicionamento local e / ou de RTK no passo 460, que é similar à operação de posicionamento local e / ou de RTK no passo 440.

5                   FIG. 4B é um fluxograma ilustrando um fluxo de processo 470 para uso de um sistema de posicionamento local, um sistema de RTK local, e / ou um sistema de WADGPS. Se disponível, a posição de um usuário pode ser determinada de acordo com a informação recebida proveniente do sistema de posicionamento local (480). Se disponível, a posição de um usuário pode  
10                   ser determinada de acordo com a informação recebida proveniente de um sistema de RTK sistema (482). Se disponível, a posição de um usuário pode ser determinada de acordo com a informação recebida proveniente do sistema de WADGPS (484). Um valor de ambigüidade de flutuação em uma medida de fase de portadora pode ser iniciada (486). O processo 470 pode incluir  
15                   poucas ou operações adicionais. Duas ou mais operações podem ser combinados e a posição de pelo menos, uma operação pode ser mudada.

                  Enquanto navegação com base em sinais de correção recebidos de um posicionamento local ou sistema de RTK local (e. g., de uma estação de referência local) é tipicamente mais precisa do que a navegação com base  
20                   na informação recebida de um sistema de WADGPS, sinais de múltiplos caminhos pode afetar de forma adversa, a precisão da informação de correção produzida e transmitida por uma estação de referência em um sistema de posicionamento local ou de RTK local. Por conseguinte, se a informação de correção produzida através de uma estação de referência de posicionamento  
25                   local ou de RTK local tem sido degradada (através de sinais de múltiplos caminhos ou o contrário) por mais do que uma quantidade limite, seria desejável detectar aquela condição e navegar um objeto ou usuário com base na informação proveniente do sistema de WADGPS. O processo descrito abaixo com referência à FIG. 4C aumenta a confiabilidade de um sistema de

navegação de múltiplos modos através da detecção quando os sinais de correção recebido de uma estação de referência de posicionamento local ou de RTK local são imprecisos. Quando aquela condição é detectada, a navegação do objeto ou usuário é baseada na informação recebida proveniente do sistema de WADGPS. Se a precisão dos sinais de correção recebidos provenientes de uma estação de referência de posicionamento local ou de RTK local após isso melhora, o processo pode transladar para navegar usando a informação de correção recebida do sistema de posicionamento local ou de RTK local.

10                   FIG. 4C é um fluxograma ilustrando um fluxo de processo 490 para aumentar a confiabilidade da informação de posição quando transladando de um sistema de WADGPS para um sistema de posicionamento local / de RTK local. Se disponível, a posição (algumas vezes chamada de posição de WADGPS) de um objeto ou usuário pode ser determinada de acordo com a informação recebida de um sistema de WADGPS (492). Navegação do objeto ou usuário usando o sistema de WADGPS pode continuar até comunicações serem estabelecidas (ou re-estabelecidas) com a estação de referência do sistema de posicionamento local ou de RTK local. Se disponível, a informação de correção de posição de um usuário pode ser recebida de um sistema de posicionamento local / de RTK local (494), e a posição (algumas vezes chamada de posição de RTK local) do objeto ou usuário pode ser determinada de acordo com a informação recebida do sistema de posicionamento local / de RTK local (496). Se valores correntes de ambas posições ( do mesmo objeto ou usuário) estão disponíveis, a posição do objeto ou usuário determinada usando a informação do sistema de WADGPS e a posição do objeto ou usuário determinada usando a informação do sistema de posicionamento local / de RTK local são comparados (497). Se a posição do objeto ou usuário determinada com base na informação proveniente do sistema de WADGPS difere de uma posição determinada com base na

informação proveniente do sistema de posicionamento local / de RTK local por mais do que um limite pré-definido, a posição de um usuário determinada através de um sistema de WADGPS é usada para navegação (498). Se a posição do objeto ou usuário determinada com base na informação proveniente do sistema de WADGPS difere de uma posição do objeto ou usuário determinada usando informação proveniente do sistema de posicionamento local / de RTK local por menos do que a limite pré-definido, a posição do objeto ou usuário que é baseada na informação proveniente do sistema de posicionamento local / de RTK local é usada para navegação (499).

Em algumas modalidades, o limite pré-definido é um ou mais valores fixados. Por exemplo, em uma modalidade o limite pré-definido é um primeiro valor (e. g., 20 cm) para diferenças na posição vertical, e um segundo valor (e. g., 15 cm) para diferenças na posição horizontal. Se as posições de WADGPS e de RTK local diferem na dimensão vertical por mais do que o primeiro valor ou diferem na dimensão horizontal por mais do que o segundo valor, a informação de correção da posição proveniente do sistema local de posicionamento / de RTK é rejeitada e a posição do WADGPS é usada para navegação. Em algumas outras modalidades, o limite pré-definido é determinada usando um teste de taxa de chi-quadrado de matrizes de co-variância da primeiras e segundas posições (a posição do WADGPS e posição de RTK local) de um objeto. O uso de um teste de taxa de chi-quadrado de matrizes de co-variância é discutido em Satirapod C, Wang J e Rizos C, “ A Simplified MINQUE Procedure for the Estimation of Variance-Covariance Components of GPS Observables ”, Survey Review, vol. 36, no. 286, pp. 582-590, 2002; H-K- Lee, C. Rizos, e G.I. Jee, “ Design and Analysis of DGPS Filter with Consistent Error Covariance Information ”, SatNav 2003, Sexto Simpósio Internacional sobre Tecnologia de Navegação por Satélite Incluindo Posicionamento Móvel & Serviços de Localização, Melbourne, Australia, 22

de julho de 2003; e H.K. Lee, C. Rizos, e G.I. Jee, “ Design of Kinematic DGPS Filters with Consistent Error Covariance Information ”, Radar, Sonar and Navigation, IEEE Proceedings, Vol. 151, Issue 6, pp. 382- 388, 10 de dezembro de 2004, cada um do qual é aqui incorporado para referência como  
5 informação de segundo plano.

Em uma modalidade exemplar, o receptor do usuário de GPS  
142 pode operar em um primeiro modo de operação que usa o sistema de  
posicionamento local 176 para determinar a primeira posição do usuário 140  
quando comunicação com o sistema de posicionamento local 176 está  
10 disponível. A segunda posição do usuário 140 pode ser determinada de acordo  
com medidas de fase de portadora efetuadas usando o sistema de WADGPS  
100 em um segundo modo de operação. Uma posição do usuário conhecida  
140, tal como a primeira posição, pode ser usada para configurar inicialmente  
um valor de ambigüidade de flutuação nas medidas de fase de portadora. Em  
15 algumas modalidades, a posição do usuário conhecida 140 pode ser fornecida  
e / ou entrada pelo usuário.

Em algumas modalidades, o primeiro modo de operação é  
usado para determinar a posição do usuário 140 se este está disponível. Se a  
comunicação com o sistema de posicionamento local 174 é perdida, contudo,  
20 o segundo modo de operação pode ser usado. A comunicação com o sistema  
de posicionamento local 174 pode ser perdida se a distância ao sistema de  
posição local 174 excede um valor, tal como 100 m, 500 m, 1000 m, 10.000  
m ou mais.

Em algumas modalidades, o primeiro modo de operação e o  
25 segundo modo de operação podem ser efetuados substancialmente, de forma  
simultânea, e a diferença entre a primeira posição e a segunda posição é usada  
para configurar inicialmente o valor de ambigüidade de flutuação nas medidas  
de fase de portadora. Em algumas modalidades, o primeiro modo de operação  
e o segundo modo de operação podem ser efetuados substancialmente, de

forma simultânea, e a diferença entre a primeira posição e a segunda posição é usada para determinar uma terceira posição do usuário 140. A terceira posição do usuário pode ser de acordo com a informação recebida proveniente do receptor de referência local 122 no sistema de RTK 150 em um terceiro modo de operação.

Em algumas modalidades, o terceiro modo de operação pode ser usado quando a comunicação com o sistema de posicionamento local 174 é perdida e o primeiro modo de operação pode ser usado quando a comunicação com o sistema de posição local 174 está disponível de novo.

Em algumas modalidades, o segundo modo de operação é usado quando a comunicação com o receptor de referência local 122 e o sistema de posicionamento local 174 é perdida, o primeiro modo de operação é usado quando a comunicação com o sistema de posicionamento local 174 está disponível, e onde o terceiro modo de operação é usado quando a comunicação com o receptor de referência local 122 está disponível e a comunicação com o sistema de posicionamento local 174 é perdida.

Em algumas modalidades, o segundo modo de operação é usado se a distância do sistema de posicionamento local 174 para o usuário 140 é maior do que um primeiro valor (tal como 10.000 m), O primeiro modo de operação é usado se a distância do sistema de posicionamento local 174 para o usuário 140 é menor do que um segundo valor (tal como 1000 m), e o terceiro modo de operação é usado se a distância do sistema de posicionamento local 174 para o usuário 140 está entre o primeiro valor pré-determinado e o segundo valor pré-determinado.

Em algumas modalidades, o segundo modo de operação é usado quando a posição determinada pelo segundo modo de operação e a posição determinada pelo primeiro modo de operação são comparadas e a posição determinada pelo segundo modo de operação difere da posição determinada pelo primeiro modo por mais do que um limite pré-definido.

Em algumas modalidades, o segundo modo de operação é usado quando a posição determinada pelo segundo modo de operação e a posição determinada pelo terceiro modo de operação são comparadas e a posição determinada pelo segundo modo de operação difere da posição determinada pelo terceiro modo por mais do que um limite pré-definido.

O processo 400 pode ser usado em muitas aplicações. Uma aplicação envolve uma extensão de um sistema de posicionamento local e / ou uma operação de RTK em áreas onde um enlace de comunicação com o sistema de posicionamento local e / ou o enlace de comunicação de rádio de RTK não podem ser mantidos, mas onde o enlace de comunicação de WADGPS está pelo menos, de modo geral, disponível. Por exemplo, como mostrado na FIG. 5, o usuário ou objeto 140 pode ser um trator 510 se movendo nas linhas 520 em uma área 501 de morros de rolagem, com o receptor do usuário 142 anexado ao trator ou a um equipamento da fazenda que é conectado ao trator. A área 501 inclui área 503 que é visível da estação de referência 120 no sistema de RTK local 150 e áreas (sombreadas) 505 e 507 que não são visíveis da estação de referência 120. Porque o enlace de comunicação de RTK é usualmente linha do sítio, os dados de RTK seriam perdidos quando o receptor do usuário de GPS 142 é movido da área 503 para a área 505 ou 507. Mas o enlace de comunicação de dados entre o receptor do usuário 142 e o sistema de WADGPS 100 está de modo geral, disponível porque este é freqüentemente facilitado por satélites. Iniciando as ambigüidades de flutuação no sistema de WADGPS 100 quando o enlace de comunicação de rádio de RTK está disponível e o sistema de RTK 150 está operacional, a precisão da operação de RTK pode ser praticamente preservada durante aqueles intervalos quando o enlace de comunicação de RTK é perdido.

Enquanto o sistema de WADGPS 100 na FIG. 1 foi usado na descrição acima, será apreciado que qualquer sistema regional, de área ampla,

ou global que faz uso de medidas de fase de portadora dos satélites para propósitos de posicionamento e / ou navegação e assim sendo requer determinar valores de ambigüidade associados com as medidas de fase, pode também se beneficiar do método 300 e do processo 400 descritos acima .

- 5 Exemplos desses sistemas incluem o sistema Starfire™ desenvolvido por John Deere Company, e o sistema regional de GPS (HA-ND) Diferencial Nacional de Alta Precisão sendo desenvolvido por várias agencias governamentais dos U.S.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para posicionar ou navegar um objeto usando ambos, um sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla e um sistema de posicionamento local, caracterizado pelo fato de compreender:

5                   - determinar uma primeira posição do objeto baseada na informação do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla;

                  - receber a informação de correção de posição proveniente de uma estação base do sistema de posicionamento local, e determinar uma  
10 segunda posição do objeto baseada na informação de correção recebida proveniente da estação base do sistema de posicionamento local;

                  - comparar a primeira posição e a segunda posição; e

                  - usar a primeira posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por mais do que um limite pré-  
15 definido e, usar a segunda posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é determinado usando um teste de taxa de  
20 chi-quadrado de matrizes de co-variância da primeira e segunda posição de um objeto.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é um valor entre 15 e 20 centímetros com relação a uma direção pré-definida.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo  
25 fato de que o sistema de posicionamento local é um sistema de posicionamento cinemático em tempo real local (RTK).

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir transição de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local para navegação do objeto usando o sistema de

posicionamento via satélite diferencial de área ampla ao detectar perda de comunicação com a estação base do sistema de posicionamento local.

5 6. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de incluir transição de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla para navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local ao detectar a re-aquisição de comunicação com a estação base do sistema de posicionamento local e determinar que a primeira posição e segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

10 7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que determinar a primeira posição inclui receber a informação de correção de posição do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla.

15 8. Meio legível por computador, caracterizado pelo fato de que armazena no computador instruções de programas legíveis que, quando executadas por um processador, forçam o processador a efetuar um método para posicionar ou navegar um objeto usando ambos, um sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla e um sistema de posicionamento local, as instruções de programa compreendendo:

20 - instruções para determinar a primeira posição do objeto com base na informação de um sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla;

- instruções para receber a informação de correção de posição proveniente de uma estação base do sistema de posicionamento local, e  
25 determinar a segunda posição do objeto com base na informação de correção recebida proveniente da estação base do sistema de posicionamento local;

- instruções para comparar a primeira posição e segunda posição; e

- instruções para usar a primeira posição para navegar o objeto

quando a primeira posição e a segunda posição diferem por mais do que um limite pré-definido e, para usar a segunda posição para navegar o objeto quando a primeira posição e segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

5                    9. Meio legível por computador de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é determinada usando um teste de taxa de chi-quadrado de matrizes de co-variância da primeira e segunda posição de um objeto.

10                  10. Meio legível por computador de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é um valor entre 15 e 20 centímetros com relação a uma direção pré-definida.

11. Meio legível por computador de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o sistema de posicionamento local é um sistema de posicionamento cinemático em tempo real local (RTK).

15                  12. Meio legível por computador de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que as instruções de programas ainda compreendem instruções para transição de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local para navegação do objeto usando sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla ao detectar perda de  
20                  comunicação com a estação base do sistema de posicionamento local.

13. Meio legível por computador de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que as instruções de programas ainda compreendem instruções para transição de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla para  
25                  navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local ao detectar re-aquisição de comunicação com a estação base do sistema de posicionamento local e determinar que a primeira posição e a segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

14. Meio legível por computador de acordo com a

reivindicação 8, caracterizado pelo fato de incluir instruções para receber informação de correção de posição proveniente do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla.

5 15. Receptor de navegação por satélite para posicionar ou navegar um objeto usando ambos, um sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla e um sistema de posicionamento local, caracterizado pelo fato de compreender:

- uma memória;

- um receptor de sinal de satélite;

10 - pelo menos, um receptor auxiliar para receber informação de correção de posição proveniente do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla e do sistema de posicionamento local;

- um processador; e

15 - pelo menos, um programa, armazenado em uma memória e executado pelo processador, o programa incluindo:

- instruções para determinar a primeira posição do objeto com base na informação proveniente do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla;

20 - instruções para receber informação de correção de posição proveniente de uma estação base do sistema de posicionamento local, e determinar a segunda posição do objeto com base na informação de correção recebida da estação base do sistema de posicionamento local;

- instruções para comparar a primeira posição e a segunda posição; e

25 - instruções para usar a primeira posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por mais do que um limite pré-definido, e para usar a segunda posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

16. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é determinada usando um teste de taxa de chi-quadrado de matrizes de co-variância da primeira e segunda posição de um objeto.

5 17. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é um valor entre 15 e 20 centímetros com relação a uma direção pré-definida.

10 18. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o sistema de posicionamento local é um sistema de posicionamento cinemático em tempo real local (RTK).

15 19. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o receptor translada de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local para navegação do objeto usando sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla ao detectar perda de comunicação com a estação base do sistema de posicionamento local.

20 20. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o receptor translada de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla para navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local ao detectar re-aquisição de comunicação com a estação base do sistema de posicionamento local e determinar que a primeira posição e a segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

25 21. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de incluir instruções para receber informação de correção de posição proveniente do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla.

22. Receptor de navegação por satélite para posicionar ou navegar um objeto usando ambos, um sistema de posicionamento via satélite

diferencial de área ampla e um sistema de posicionamento local, caracterizado pelo fato de que o receptor de navegação por satélite:

- determina uma primeira posição do objeto baseada na informação do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla;

- recebe a informação de correção de posição proveniente de uma estação base do sistema de posicionamento local, e determina uma segunda posição do objeto baseada na informação de correção recebida proveniente da estação base do sistema de posicionamento local;

- compara a primeira posição e a segunda posição; e

- usa a primeira posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por mais do que um limite pré-definido e, usa a segunda posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

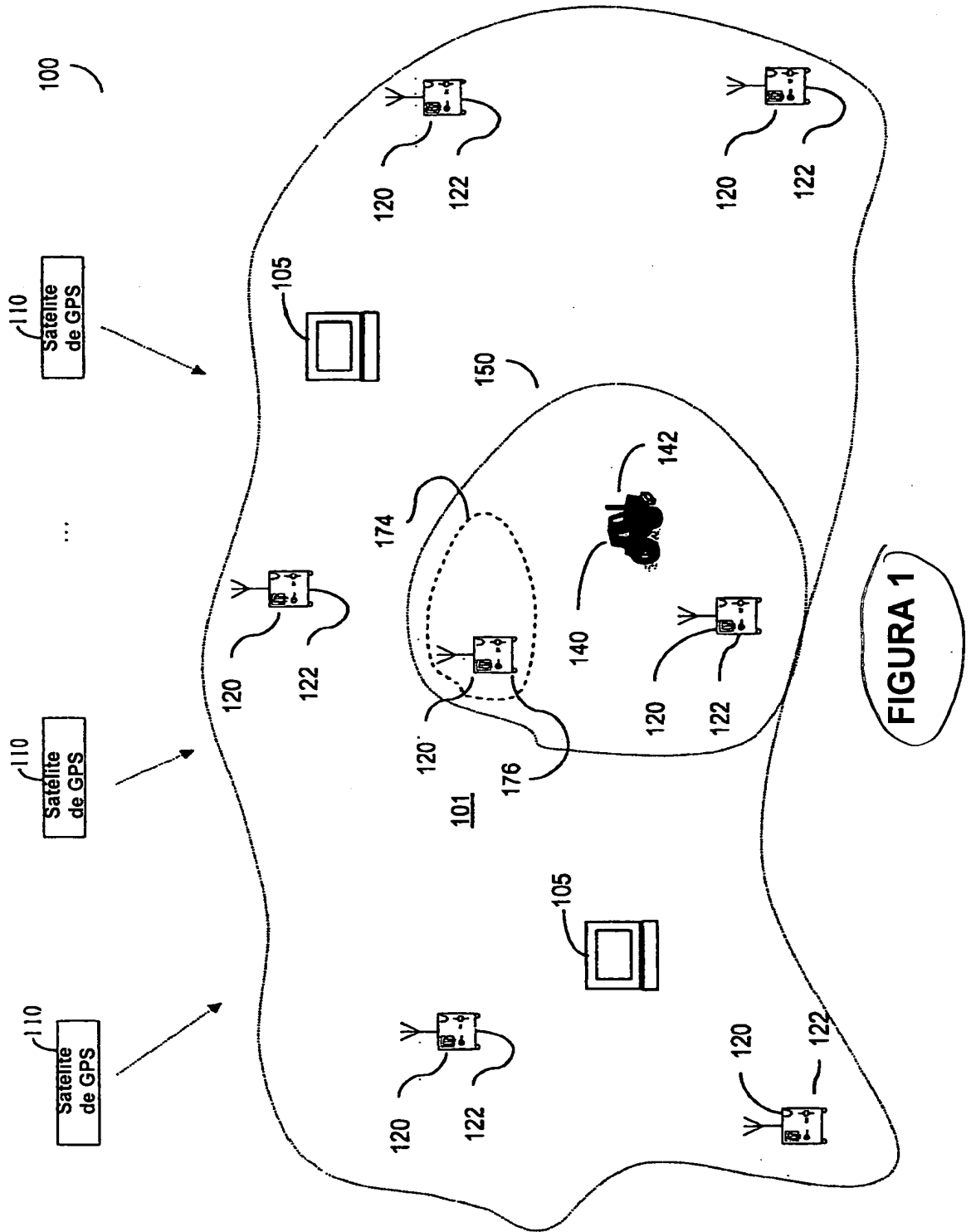


FIGURA 1

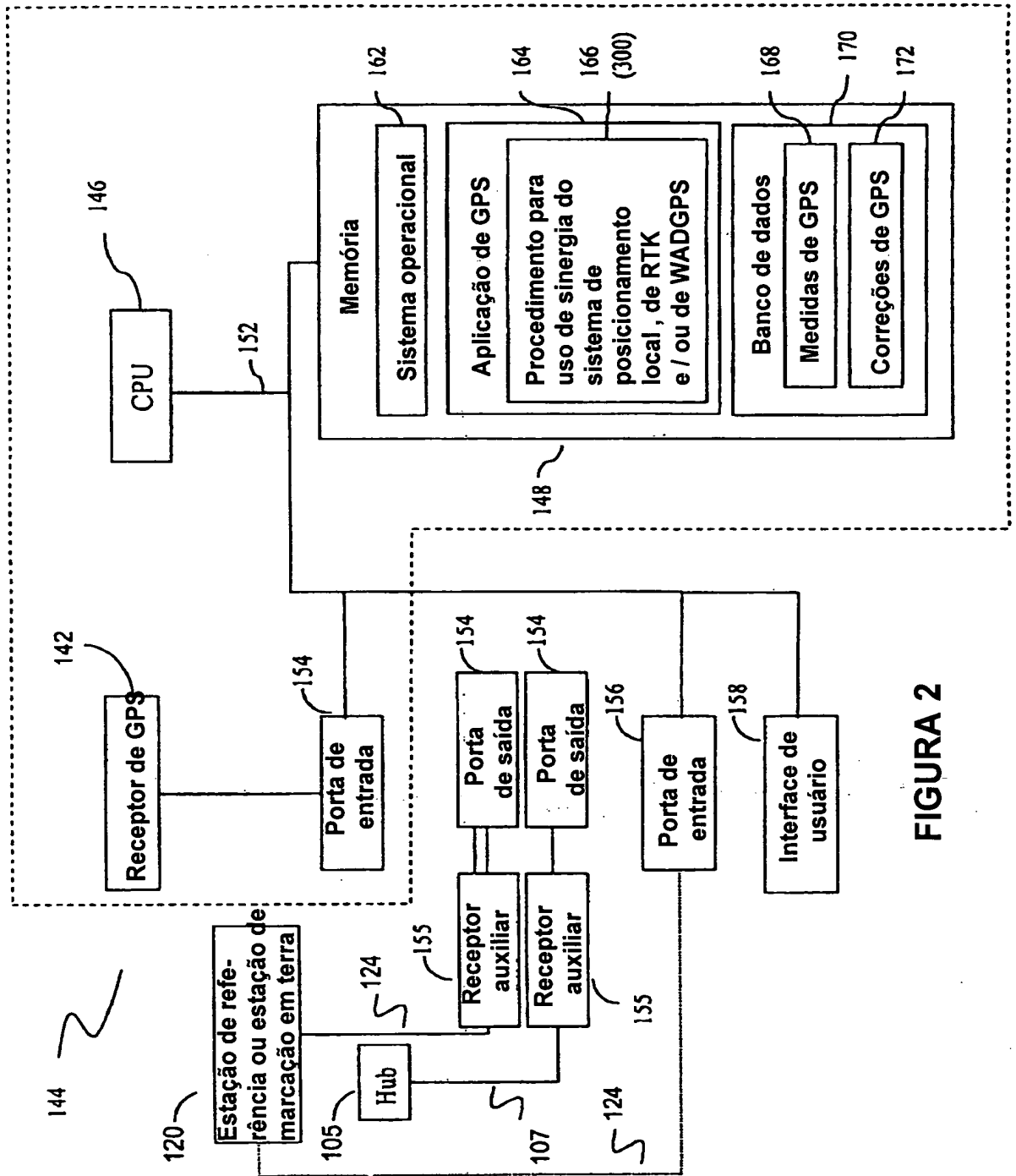


FIGURA 2

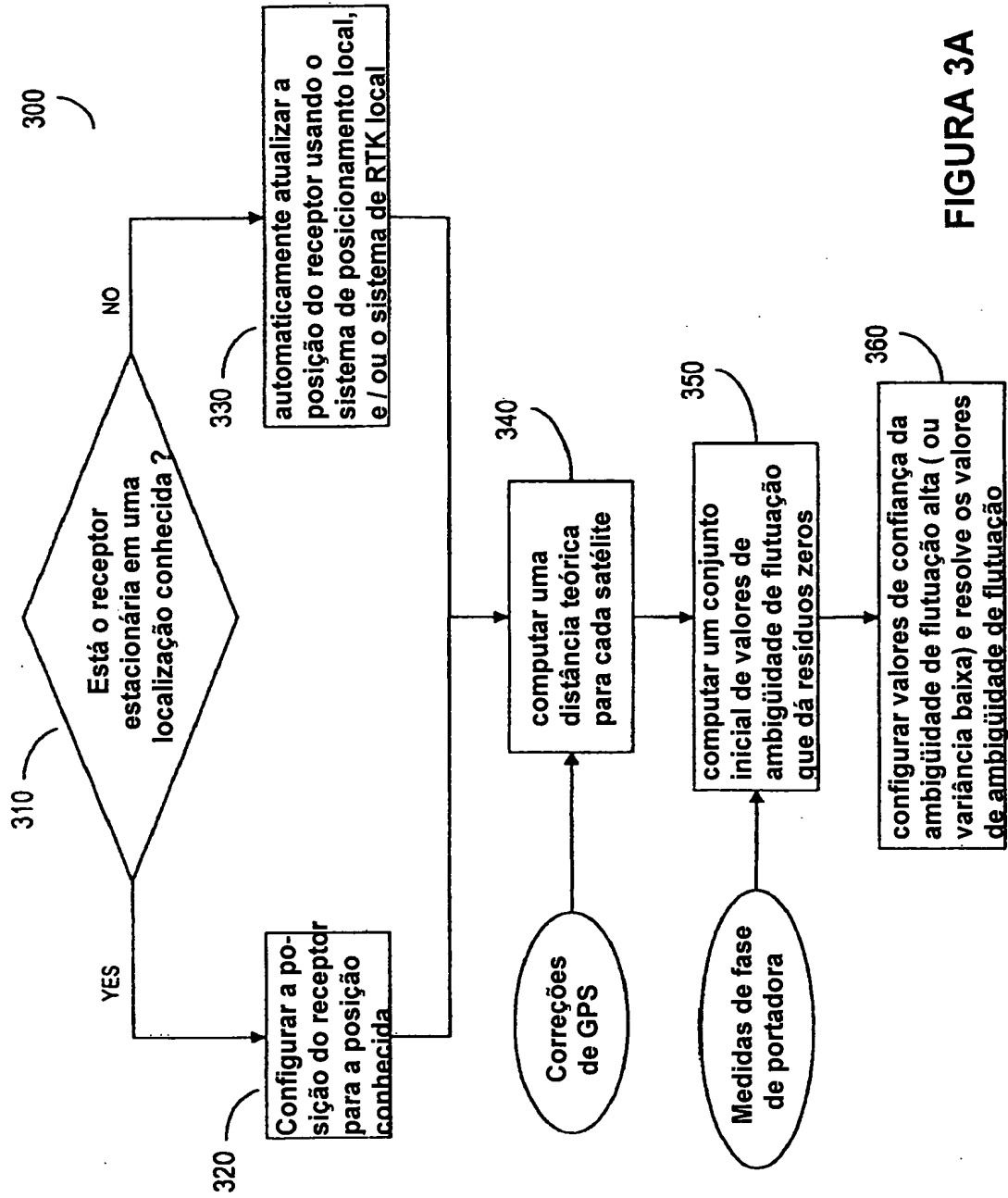


FIGURA 3A

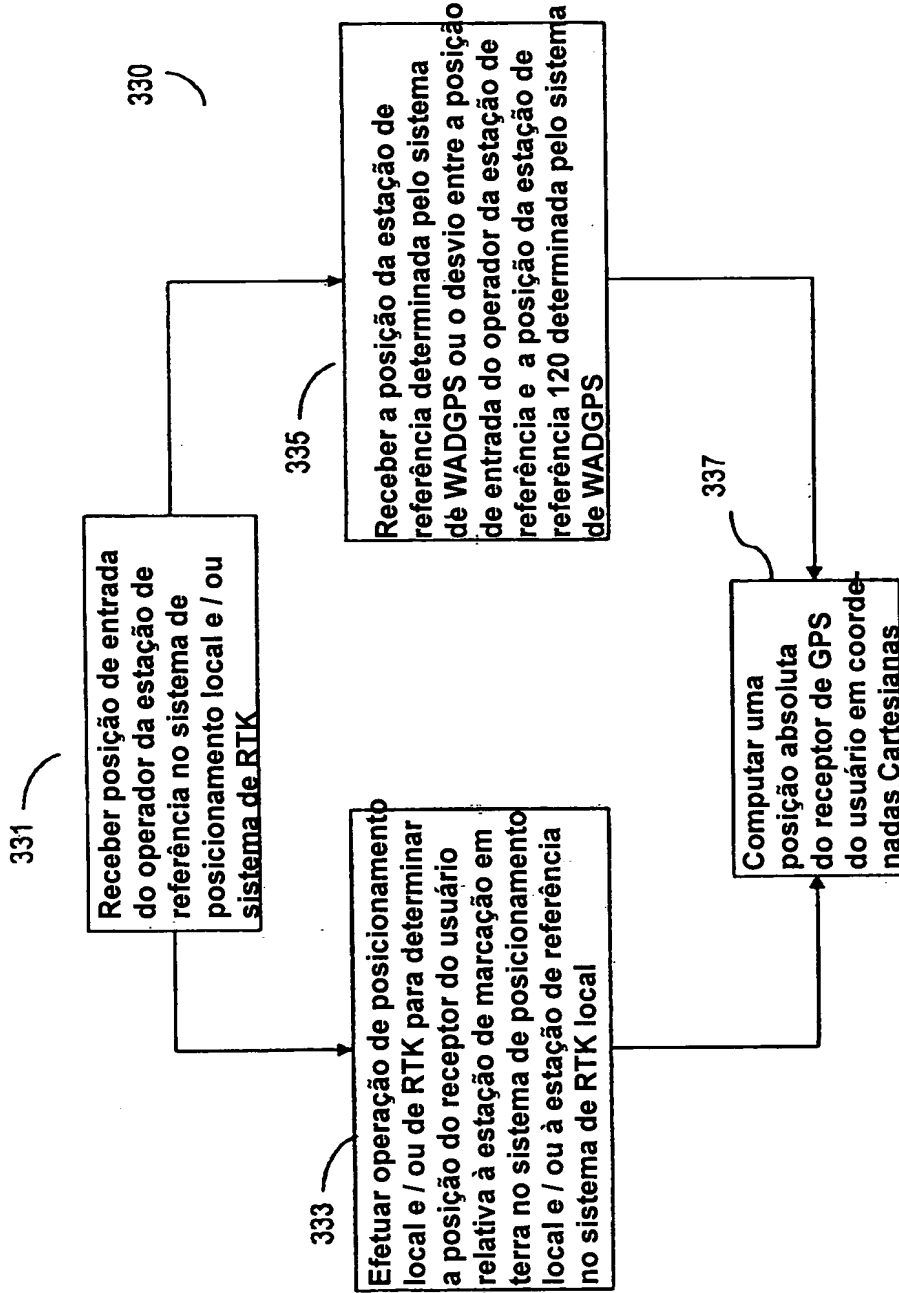


FIGURA 3B

470 ~~~~~

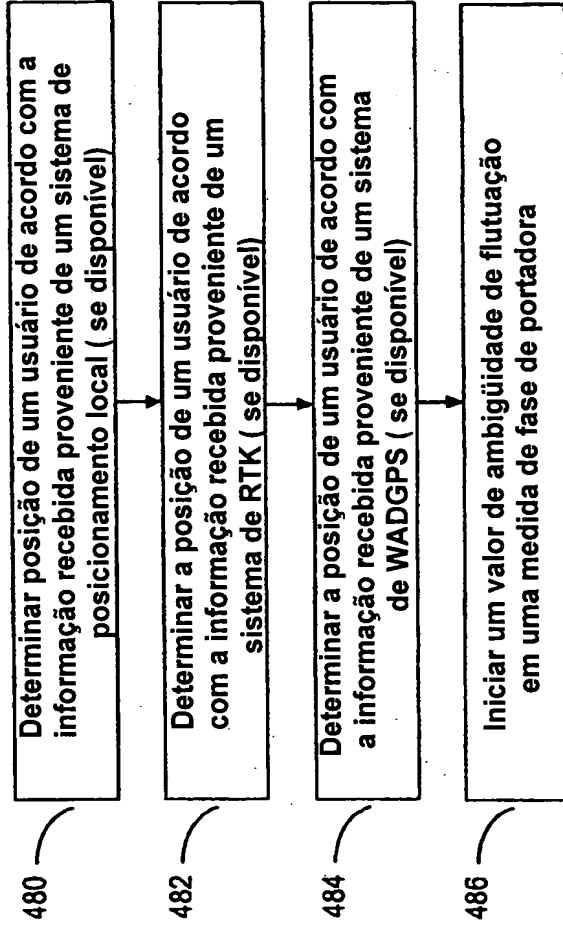


FIGURA 4B

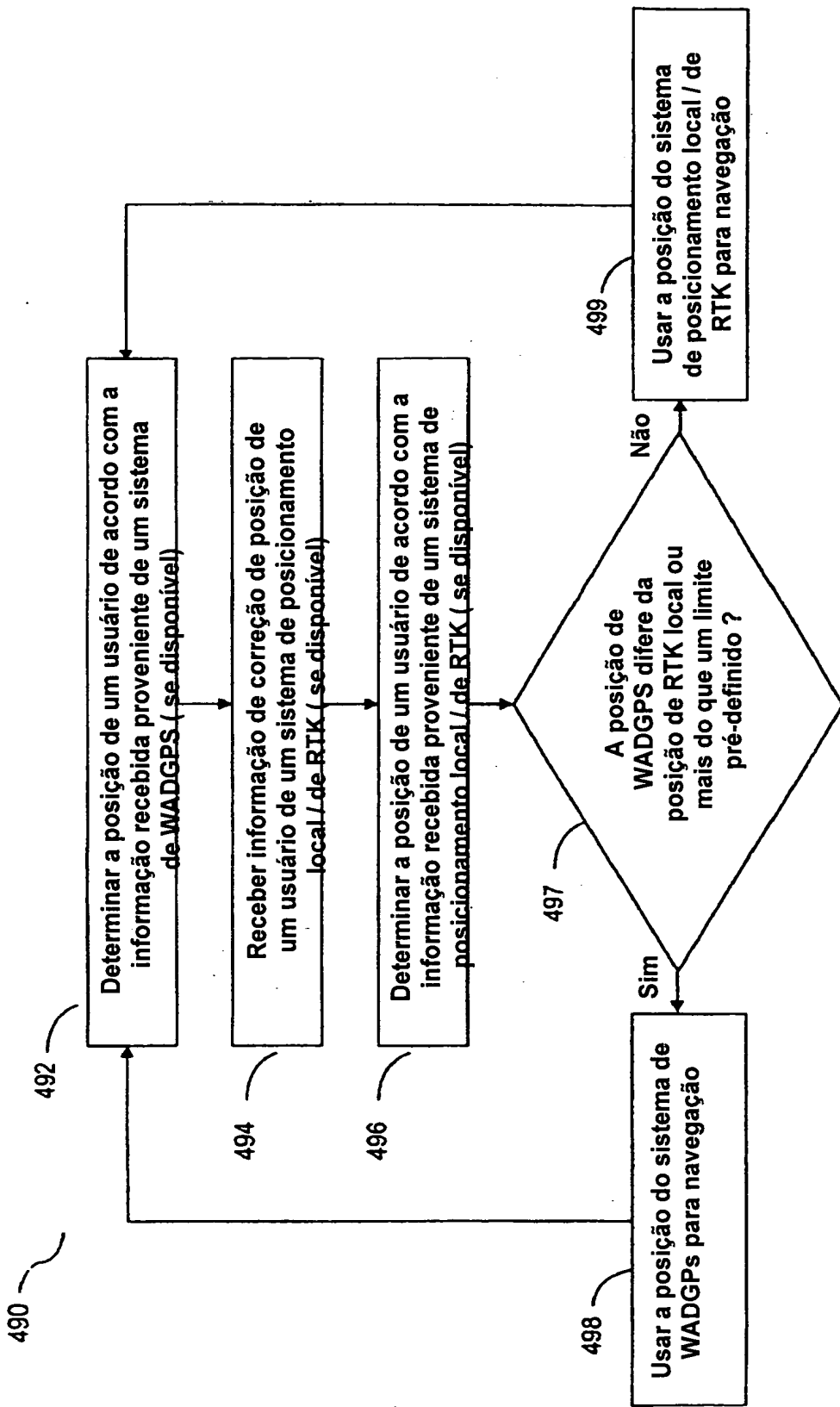


FIGURA 4C

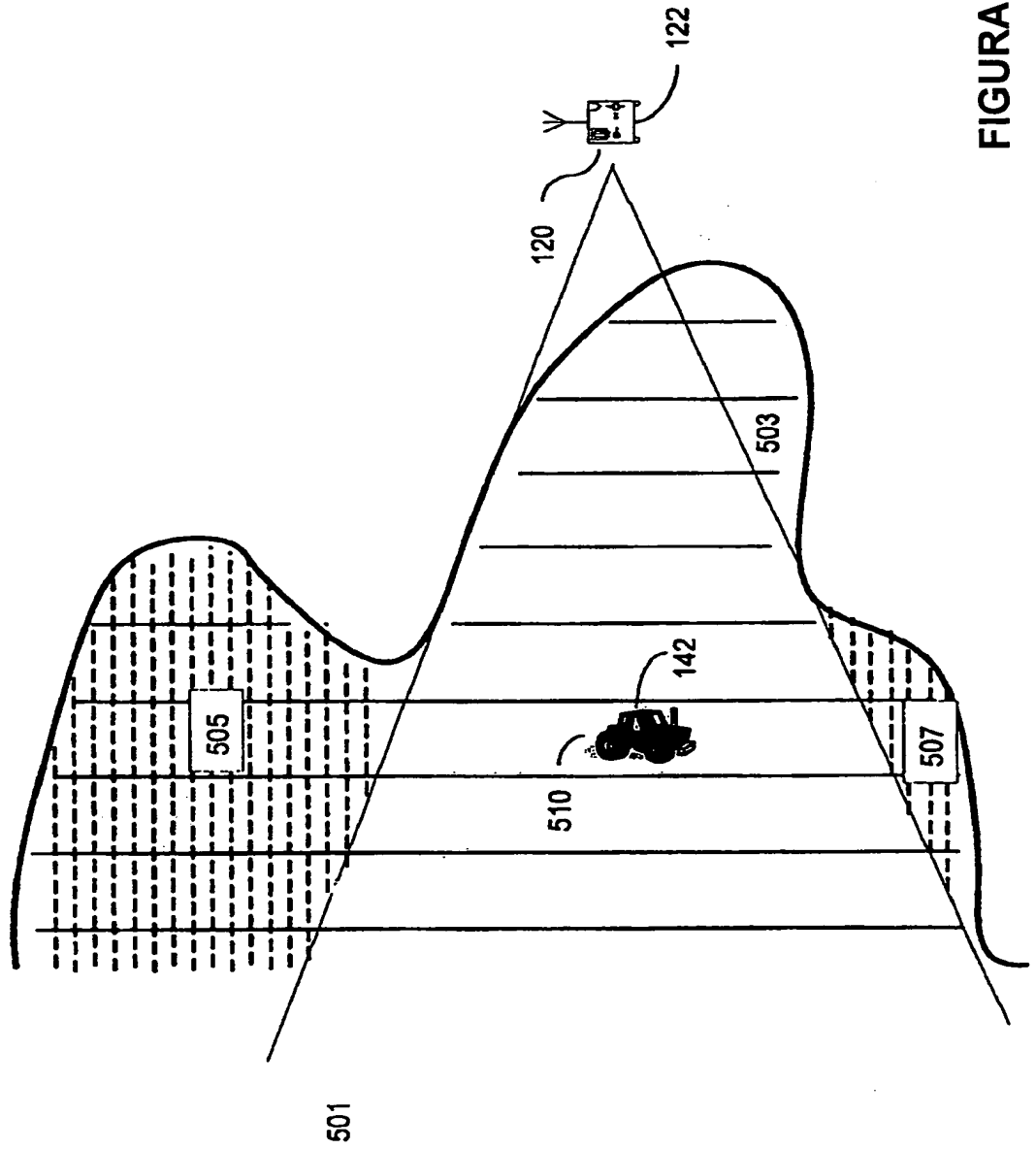


FIGURA 5

RESUMO

“MÉTODO PARA POSICIONAR OU NAVEGAR UM OBJETO, MEIO LEGÍVEL POR COMPUTADOR, E, RECEPTOR DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE PARA POSICIONAR OU NAVEGAR UM OBJETO”

5                   A presente invenção inclui um método para um uso combinado de um sistema de posicionamento local, um sistema de RTK local e uma sistema de posicionamento de fase de portadora global ou, de rede ampla ou regional (WADGPS) no qual desvantagens associadas com o sistema de posicionamento local, o RTK e a técnicas de navegação de WADGPS quando  
10 usadas separadamente são evitadas. O método inclui determinar uma primeira posição do objeto com base na informação a partir do WADGPS, e determinar uma segunda posição do objeto com base na informação da posição a partir de um sistema de posicionamento de RTK / de posicionamento local. Daí em diante, a posição determinada pelo WADGPS e  
15 a posição determinada pelo sistema de posicionamento de RTK / de posicionamento local são comparados. A posição de WADGPS é usada para navegar o objeto quando a posição do WADGPS e posição / posicionamento local diferem por mais do que um limite pré-definido, e usar a posição de  
20 WADGPS e posição de RTK / posicionamento local difere de menos do que o limite pré-definido.

A requerente apresenta novas vias das reivindicações para conformar o pedido com o pedido internacional.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para posicionar ou navegar um objeto usando ambos, um sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla e um sistema de posicionamento local, caracterizado pelo fato de compreender:

5                   - determinar uma primeira posição do objeto baseada na informação de correção do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla;

                    - receber a informação de correção de posição proveniente de uma estação base do sistema de posicionamento local, e determinar uma  
10                   segunda posição do objeto baseada na informação de correção recebida proveniente da estação base do sistema de posicionamento local;

                    - comparar a primeira posição e a segunda posição; e

                    - usar a primeira posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por mais do que um limite pré-  
15                   definido e, usar a segunda posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é determinado usando um teste de taxa de  
20                   chi-quadrado de matrizes de co-variância da primeira e segunda posição de um objeto.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é um valor entre 15 e 20 centímetros com relação a uma direção pré-definida.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo  
25                   fato de que o sistema de posicionamento local é um sistema de posicionamento cinemático em tempo real local (RTK).

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir transição de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local para navegação do objeto usando o sistema de

posicionamento via satélite diferencial de área ampla ao detectar perda de comunicação com a estação base do sistema de posicionamento local.

5 6. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de incluir transição de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla para navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local ao detectar a re-aquisição de comunicação com a estação base do sistema de posicionamento local e determinar que a primeira posição e segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

10 7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que determinar a primeira posição inclui receber a informação de correção do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla.

15 8. Meio legível por computador, caracterizado pelo fato de que armazena no computador instruções de programas legíveis que, quando executadas por um processador, forçam o processador a efetuar um método para posicionar ou navegar um objeto usando ambos, um sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla e um sistema de posicionamento local, as instruções de programa compreendendo:

20 - instruções para determinar a primeira posição do objeto com base na informação de correção de um sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla;

25 - instruções para receber a informação de correção de posição proveniente de uma estação base do sistema de posicionamento local, e determinar a segunda posição do objeto com base na informação de correção recebida proveniente da estação base do sistema de posicionamento local;

- instruções para comparar a primeira posição e segunda posição; e

- instruções para usar a primeira posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por mais do que um

limite pré-definido e, para usar a segunda posição para navegar o objeto quando a primeira posição e segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

5 9. Meio legível por computador de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é determinada usando um teste de taxa de chi-quadrado de matrizes de co-variância da primeira e segunda posição de um objeto.

10 10. Meio legível por computador de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é um valor entre 15 e 20 centímetros com relação a uma direção pré-definida.

11. Meio legível por computador de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o sistema de posicionamento local é um sistema de posicionamento cinemático em tempo real local (RTK).

15 12. Meio legível por computador de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que as instruções de programas ainda compreendem instruções para transição de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local para navegação do objeto usando sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla ao detectar perda de comunicação com a estação base do sistema de posicionamento local.

20 13. Meio legível por computador de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que as instruções de programas ainda compreendem instruções para transição de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla para navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local ao detectar re-  
25 aquisição de comunicação com a estação base do sistema de posicionamento local e determinar que a primeira posição e a segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

14. Meio legível por computador de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de incluir instruções para receber

informação de correção proveniente do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla.

15. Receptor de navegação por satélite para posicionar ou navegar um objeto usando ambos, um sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla e um sistema de posicionamento local, caracterizado pelo fato de compreender:

- uma memória;
- um receptor de sinal de satélite;
- pelo menos, um receptor auxiliar para receber informação de correção de posição proveniente do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla e do sistema de posicionamento local;

- um processador; e
- pelo menos, um programa, armazenado em uma memória e executado pelo processador, o programa incluindo:

- instruções para determinar a primeira posição do objeto com base na informação de correção proveniente do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla;

- instruções para receber informação de correção de posição proveniente de uma estação base do sistema de posicionamento local, e determinar a segunda posição do objeto com base na informação de correção recebida da estação base do sistema de posicionamento local;

- instruções para comparar a primeira posição e a segunda posição; e

- instruções para usar a primeira posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por mais do que um limite pré-definido, e para usar a segunda posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

16. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 15,

caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é determinada usando um teste de taxa de chi-quadrado de matrizes de co-variância da primeira e segunda posição de um objeto.

5           17. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o limite pré-definido é um valor entre 15 e 20 centímetros com relação a uma direção pré-definida.

          18. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o sistema de posicionamento local é um sistema de posicionamento cinemático em tempo real local (RTK).

10           19. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o receptor translada de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local para navegação do objeto usando sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla ao detectar perda de comunicação com a estação base do sistema de posicionamento  
15           local.

          20. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o receptor translada de navegação do objeto usando o sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla para navegação do objeto usando o sistema de posicionamento local ao  
20           detectar re-aquisição de comunicação com a estação base do sistema de posicionamento local e determinar que a primeira posição e a segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.

          21. Receptor de satélite de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de incluir instruções para receber informação de  
25           correção proveniente do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla.

          22. Receptor de navegação por satélite para posicionar ou navegar um objeto usando ambos, um sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla e um sistema de posicionamento local, caracterizado

pelo fato de que o receptor de navegação por satélite:

- determina uma primeira posição do objeto baseada na informação de correção do sistema de posicionamento via satélite diferencial de área ampla;

5 - recebe a informação de correção de posição proveniente de uma estação base do sistema de posicionamento local, e determina uma segunda posição do objeto baseada na informação de correção recebida proveniente da estação base do sistema de posicionamento local;

- compara a primeira posição e a segunda posição; e

10 - usa a primeira posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por mais do que um limite pré-definido e, usa a segunda posição para navegar o objeto quando a primeira posição e a segunda posição diferem por menos do que o limite pré-definido.