

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

(11) PI9807295-1 B1

(22) Data de Depósito: 26/01/1998
(45) Data da Concessão: 30/11/2010
(RPI 2082)



(51) Int.Cl.:
G04G 7/02
G01S 5/00

(54) Título: **PROCESSO E APARELHO PARA MEDIÇÃO DE TEMPO RELACIONADO A MENSAGENS DE DADOS DE SATÉLITE PARA USO COM UM SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE, RECEPTOR DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE, E, SISTEMA DE UM RECEPTOR DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE MÓVEL E UMA ESTAÇÃO BASE.**

(30) Prioridade Unionista: 03/02/1997 US 08/794649

(73) Titular(es): Snaptrack, Inc.

(72) Inventor(es): Norman F. Krasner

"PROCESSO E APARELHO PARA MEDIÇÃO DE TEMPO RELACIONADO A MENSAGENS DE DADOS DE SATÉLITE PARA USO COM UM SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE, RECEPTOR DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE, E, 5 SISTEMA DE UM RECEPTOR DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE MÓVEL E UMA ESTAÇÃO BASE".

FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

Esta invenção relaciona-se a sistemas que utilizam sinais recebidos de sistemas de posicionamento de satélite (SPS) para localizar eles 10 mesmos o para determinar hora do dia.

Receptores SPS tais como receptores GPS (Sistema de Posicionamento Global) normalmente determinam sua posição computando tempos relativos de chegada de sinais transmitidos simultaneamente de uma multiplicidade de satélites tais como satélites GPS (ou NAVSTAR). Estes 15 satélites transmitem, como parte da sua mensagem de dados de satélite, ambos dados de posicionamento de satélite bem como dados em temporização de relógio, chamados dados de "efemeride". Em adição, eles transmitem informação de hora da semana (TOW) que permite ao receptor determinar não ambiguamente a hora local. Cada sinal GPS recebido (no 20 modo C/A) é construído de uma alta taxa (1,023 MHz) repetitiva de padrão pseudorandomico (PN) de 1023 símbolos, comumente chamados "chips". Superposto adicionalmente neste padrão estão dados de baixa taxa em uma 25 taxa de 50 Hz. Estes dados são a fonte da acima mencionada informação de hora da semana. O processo de pesquisa e aquisição de sinais GPS, lendo os dados de efemeride e outros dados para uma multiplicidade de satélite e computação da localização do receptor (e precisa hora do dia) destes dados leva tempo, frequentemente requerendo muitos minutos. Em muitos casos, este tempo de processamento estirado é inaceitável e, além disso, limita grandemente a vida da bateria em aplicações portáteis micro-miniaturizadas.

Em acréscimo, em muitas situações, onde há bloqueio dos sinais de satélite, o nível de sinal recebido dos satélites GPS é baixo demais para demodular e ler os sinais de dados de satélite sem erro. Tais situações podem aparecer em rastreamento pessoal e outras aplicações altamente móveis. Sob estas situações é possível para uma receptor ainda adquirir e rastrear os sinais GPS. Entretanto, localização de desempenho e medição de tempo não ambígua sem que tais dados requeiram processos alternativos.

Rastreamento dos sinais GPS sem leitura das mensagens de dados pode resultar em ambigüidades no tempo de 1 milissegundo, como explanado abaixo. Tais ambigüidades são normalmente resolvidas em um receptor GPS convencional por leitura da mensagem de dados do satélite, como previamente descrito. Em níveis de sinal recebidos muito baixos, o padrão pseudorandomico pode ser rastreado, ou de outra forma usado para fornecer temporização de sistema ambíguo por processamento de muitas repetições deste sinal (por exemplo 1000 repetições por um segundo). Entretanto, a menos que a relação sinal para ruído medida por um período de dados (20 milissegundos) está acima de cerca de 12dB, haverá muitos erros presentes quando tentando demodular este sinal. A presente invenção fornece uma abordagem alternativa para solução de ambigüidade na hora quando tal leitura é impossível ou não prática.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção fornece processos e aparelhos para medição de tempo relacionado a mensagens de dados de satélite que são usadas com sistemas de posição de satélite, tal como GPS ou Glonass. Um processo em uma concretização compreende as etapas de: (1) recepção, em uma entidade, uma primeira gravação de pelo menos uma parte de uma mensagem de dados do satélite; (2) comparação da primeira gravação com uma segunda gravação da mensagem de dados do satélite, onde a primeira gravação e a segunda gravação sobrepõem pelo menos parcialmente em tempo;

e (3) determinação de um tempo da etapa de comparação, onde o tempo indica quando a primeira gravação (por exemplo, a fonte da primeira gravação) foi recebida em uma entidade remota. Em um exemplo desta concretização, a entidade remota é um receptor SPS móvel e a entidade é uma estação base que comunica com o receptor SPS móvel através de uma conexão sem fio (e talvez também cabeadas). Um processo da presente invenção pode ser realizado exclusivamente na estação base.

Uma concretização da presente invenção para estabelecimento de tempo do receptor é para o receptor formar uma estimativa de uma parte da mensagem de dados do satélite e transmitir esta estimativa à estação base. Na estação base a estimativa é comparada a uma gravação da mensagem de dados do satélite recebida de outro receptor GPS ou fonte de informação GPS. Esta gravação é assumida ser livre de erros. Esta comparação então determina qual parte da mensagem da estação base mais proximamente casa com os dados transmitidos pela unidade remota. Desde que a estação base tenha lido a mensagem de dados do satélite sem erro ela pode associar cada bit de dados daquela mensagem com uma marca de tempo absoluto, como visto pelo satélite de transmissão. Daqui a comparação resulta na determinação da estação base de um tempo apropriado aos dados estimados transmitidos pela remota. Esta informação de tempo pode ser transmitida de volta a remota, se desejado.

Uma variação na abordagem acima é ter a estação base enviando uma gravação limpa da mensagem de dados do satélite à remota mais o tempo absoluto associado com início desta mensagem. Neste caso a remota compara esta gravação com a estimativa destes dados que ela forma por processamento de um sinal GPS que ela recebe. Esta comparação fornecerá a compensação em tempo entre as duas gravações e, dessa forma, estabelecer um tempo absoluto para os dados coletados localmente.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Figura 1A é um diagrama de bloco dos principais componentes de um SPS móvel combinado e um sistema de comunicação que pode receber sinais SPS e estabelecer comunicação com uma estação base.

5 Figura 1B mostra um diagrama de bloco de uma implementação típica para o conversor de RF para IF e sintetizador de frequência da Figura 1A.

Figura 2 é um fluxograma que ilustra um processo da presente invenção.

10 Figura 3 é um fluxograma que mostra outro processo da presente invenção.

Figura 4A mostra um processo realizado por um receptor SPS móvel em um processo particular da presente invenção; Figura 4B mostra um correspondente processo realizado por uma estação base.

15 Figura 5A mostra uma concretização de uma estação base da presente invenção.

Figura 5B mostra outra concretização de uma estação base da presente invenção.

20 Figura 6 mostra um sistema da presente invenção que inclui um receptor SPS, um sítio de telefone celular, uma estação base, a Internet e um sistema de computador de cliente.

Figura 7 mostra uma vista simplificada do casamento de padrão tipicamente realizado na presente invenção a fim de determinar tempo de recepção de uma mensagem de dados do satélite em um receptor SPS móvel.

25 Figura 8A mostra um processo realizado por um receptor SPS móvel em outra concretização particular da invenção, e Figura 8B mostra o correspondente processo realizado por uma estação base.

Figura 9 mostra a estrutura simplificada de um receptor GPS convencional.

Figuras 10A, 10B, 10C e 10D mostram exemplos de sinais SPS amostrados depois de vários estágios de processamento de sinal de acordo com a presente invenção.

Figuras 11A, 11B, e 11C mostram adicionais exemplos de 5 sinais SPS amostrados depois de vários estágios de processamento de sinal de acordo com a invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA CONCRETIZAÇÃO PREFERIDA

Vários processos e aparelhos para medição de tempo relacionada a mensagens de dados de satélites para uso com sistemas de 10 posicionamento de satélite são descritos abaixo. A discussão da invenção focaliza no sistema de Satélite de Posicionamento Global dos Estados Unidos (GPS). Entretanto, deveria ser evidente que estes processos são igualmente aplicáveis a sistemas de posicionamento de satélite similares, tais como o sistema Glonass Russo. Além disso, será apreciado que as instruções da 15 presente invenção são igualmente aplicáveis a sistemas de posicionamento que utilizam "pseudolites" ou uma combinação de satélites e "pseudolites". Além disso, as várias arquiteturas para estações base e receptores SPS móveis são fornecidas para propósitos ilustrativos de preferencia a ser construídos como limitações da presente invenção.

A Figura 2 mostra um processo generalizado da presente invenção que pode ser utilizado com um receptor SPS móvel que é combinado com um receptor e um transmissor de comunicação móvel, como aquele mostrado na Figura 1A. O receptor GPS móvel 100 mostrado na Figura 1A amostra a mensagem de dados do satélite, tal como efeméride, e 25 cria uma gravação da mensagem na etapa 201. A seguir neste processo 200, o receptor GPS móvel ou remoto transmite esta gravação à estação base, tal qual a estação base mostrada nas Figuras 5A ou 5B na etapa 203. Esta gravação é tipicamente alguma representação da mensagem recebida pelo receptor SPS móvel. Na etapa 205, a estação base compara a gravação

transmitida do receptor SPS móvel a outra gravação que pode ser considerada uma gravação de referência da mensagem de dados do satélite. Esta gravação de referência tem valores de tempo associados onde vários segmentos da mensagem de dados do satélite especificam tempos de "referência" 5 associados com ele. Na etapa 207, a estação base determina o tempo de amostragem pelo receptor GPS móvel da mensagem de dados do satélite. Esta determinação é baseada em um valor de tempo que é associado com a gravação de referência e esta determinação indicará o tempo quando a gravação da fonte da gravação foi recebida pelo receptor GPS móvel.

10 A Figura 7 ilustra em uma maneira simplificada a operação de comparação na etapa 205 da Figura 2. Em particular, a Figura 7 mostra a comparação tentada entre a gravação do receptor móvel e a gravação de referência da estação base mostrada respectivamente como gravações 491 e 495. O eixo horizontal para ambas gravações indicam tempo. Há uma parte 15 493 da gravação do receptor móvel que representa a parte transmitida à estação base para propósito de comparação. Tipicamente, a estação base terá uma parte correspondente 497 que sobreporá pelo menos parcialmente em tempo com a gravação recebida do receptor móvel. Na Figura 7 esta sobreposição é completa pelo fato de que a gravação de referência fornece a 20 mensagem de dados do satélite através do total intervalo da gravação do receptor móvel. Entretanto, isto é somente um exemplo e a sobreposição pode ser tal somente uma parte da gravação do receptor móvel sobreponha com a gravação de referência da estação base.

25 A Figura 3 ilustra em detalhes adicionais um processo 220 da presente invenção para medição de tempo relacionada as mensagens de dados do satélite para uso com um sistema de posicionamento de satélites. O receptor GPS móvel ou remoto adquire na etapa 221 sinais GPS e determina pseudofaixas daquelas adquiridas de sinais GPS. Na etapa 223, o receptor GPS móvel remove os dados PN e cria uma gravação da mensagem de dados

do satélite dos sinais GPS adquiridos usados para criar ou determinar as pseudofaixas. Esta gravação é tipicamente alguma representação dos dados de efemérides nos sinais GPS adquiridos e tipicamente representa uma estimativa dos dados. Na etapa 225, o receptor GPS móvel transmite a gravação e as pseudofaixas determinadas a uma estação base, tal como a estação base mostrada na Figura 5A ou 5B.

Na etapa 227, a estação base realiza uma correlação cruzada da gravação transmitida do receptor GPS móvel a uma gravação de referência de efeméride dos satélites. Esta gravação de referência tipicamente inclui uma marca precisa de tempo associada com os dados na gravação de referência (por exemplo cada bit de dados na gravação de referência tem um valor de tempo associado ou "marca"), e ele é esta marca de tempo que será usada para determinar o tempo de recebimento do receptor GPS móvel dos sinais GPS adquiridos originalmente. Na etapa 229, a estação base determina da operação de correlação cruzada o tempo de aquisição pelo receptor GPS remota dos sinais GPS adquiridos. A estação base então usa na etapa 231 o tempo da aquisição pelo receptor GPS remoto dos sinais GPS e usa as pseudofaixas determinadas para determinar uma informação de posição, que pode ser uma latitude e longitude do receptor GPS remoto / móvel. A estação base, na etapa 233, pode comunicar essa informação de posição do receptor GPS remoto a outra entidade, tal como um sistema de computador acoplado através de uma rede, como a Internet, ou uma intranet, à estação base. Isto será descrito ainda abaixo em conjunto com as Figuras 5B e 6.

Abaixo nós explanamos em detalhes adicionais vários processos para estimativa dos dados de satélite no receptor remoto SPS. Os processos caem em duas classes: uma que realiza demodulação diferencial e decisão suave dos dados (depois PN é removido) e outro que amostra a fileira de dados I/Q depois que PN é removido. O primeiro processo é mostrado em forma de diagrama nas Figuras 4A e 4B e o segundo é indicado nas Figuras

8A e 8B. Note que o objetivo aqui é determinar a diferença em tempos da chegada entre a recepção do sinal na entidade remota e na estação base. Desde que a estação base é presumida ter o tempo preciso, esta diferença em tempo determinará o tempo preciso de recepção de dados na entidade remota.

5 Como explanado abaixo, as duas aproximações diferem da quantidade de processamento que deve ser dada pela entidade remota (receptor SPS móvel) e a quantidade de informação que deve ser transferida da entidade remota à estação base através de uma conexão de comunicação. Em essência, há um intercâmbio na carga de processamento na entidade remota versus a

10 quantidade de dados que deve ser passada através da conexão.

Antes da descrição dos detalhes dos procedimentos nas Figuras 4A e 4B e Figuras 8A e 8B, uma revisão de operação de GPS convencional é fornecida para prover um contraste aos processos desta invenção. Uma versão simplificada de um receptor GPS convencional 601 é

15 mostrada na Figura 9.

Este receptor convencional 601 recebe sinais de entrada I/Q digitalizados 603 de um final frontal de RF GPS (por exemplo conversor e digitalizador) e mistura no misturador 605 estes sinais de entrada 603 com sinais de oscilador do oscilador digital 607. A saída do misturador 605 é então misturada no misturador 609 com a saída de um gerador PN 611 que é controlado para avanço de "chip" pelos sinais 619 do microcontrolador 617. O microcontrolador 617 também controla o oscilador digital 607 a fim de trasladar o sinal à banda base próxima.

Na operação de um receptor GPS convencional, um sinal

25 recebido de um satélite GPS na ausência de ruído tem a forma

$$y(t)=A P(t) D(t) \exp(j2\pi f_0 t + \phi), \quad (\text{eq.1})$$

onde $P(t)$ é uma sequência pseudo-randômica codificada por deslocamento de fase binária de repetição de comprimento 1023 (taxa de "chip" 1,023 Mchips/seg) tendo valores ± 1 e $D(t)$ é um sinal de dados de 50 baud

alinhados com o início do grupamento PN, de novo assumindo valores ± 1 . Depois da translação do sinal à banda base próxima (por exemplo pelo misturador 605), o código PN é normalmente removido usando um correlator (que pode ser considerado incluir os elementos 609, 611, 613, 615 e 617 da Figura 9). Este dispositivo localmente reproduz o código $P(t)$ (para o dado satélite) e determina o faseamento relativo do PN recebido com o PN gerado localmente. Quando alinhado em fase, o correlator multiplica este sinal pela referência gerada localmente resultando na forma de sinal:

$$P(t) \cdot y(t) = P(t)A P(t) D(t) \exp(j2\pi f_0 t + f) = A D(t) \exp(j2\pi f_0 t + f) \quad (\text{eq.2})$$

Neste ponto o sinal é filtrado em banda estreita (por exemplo no filtro 613) para remover ruído fora da banda do sinal de dados $D(t)$. A taxa de amostra pode então ser reduzida a um pequeno múltiplo da taxa de dados pelo amostrador 615. Assim, o tempo variável t no lado direito da equação (2) toma valores da forma mT/K , $m=0,1,2,\dots$ onde K é um pequeno integrador (por exemplo 2) e T é o período de bit.

As amostras de dados neste ponto então são usadas para realização das operações de rastreamento PN, rastreamento de portadora e demodulação de dados. Isto é normalmente feito por algoritmo de "software" em um microcontrolador, mas pode alternativamente ser feito em "hardware". Na Figura 9 o microcontrolador 617 realimenta sinais de correção 621 e 619 ao oscilador digital e gerador PN respectivamente a fim de manter os sinais de portadora gerado localmente e sinais PN em sincronismo de fase com o sinal recebido. Esta operação é normalmente feita em paralelo por uma multiplicidade de sinais GPS recebidos simultaneamente (tipicamente 4 ou mais sinais GPS de quatro ou mais satélites GPS).

Agora, em tais circunstâncias (por exemplo uma baixa relação sinal para ruído ("SNR")) o sinal GPS pode ser tão fraco que os dados $D(t)$ não podem ser extraídos com alta confiabilidade. Como descrito previamente, um receptor GPS convencional precisa ler estes dados a fim de determinar

um tempo universal assim como fornecer uma posição fixa. Uma tentativa alternativa, fornecida pela presente invenção, nesta situação de baixa SNR é para a entidade remota trabalhar junto com uma estação base, a última da qual tem acesso a esta informação de dados do satélite. A entidade remota 5 envia informação à estação base que permite computar o tempo associado com a recepção original de tais dados pela entidade remota. Uma configuração alternativa existe na qual a estação base envia informação à entidade remota a fim dela computar este tempo de recepção. Nós principalmente consideramos o primeiro caso.

10 Deveria ser notado que coordenação de tempo entre a estação base e a entidade remota pode, em alguns casos, ser obtida pelo envio de sinais de temporização precisa (por exemplo pulsos ou formas de onda especializadas) através de uma conexão de comunicação e tendo em conta qualquer tempo de transito por cada uma de conhecimento a priori das 15 latências da conexão ou medição de um retardo de viagem (assumindo uma conexão simétrica bilateral). Entretanto, há muitas circunstancias onde esta abordagem não é prática ou impossível. Por exemplo, muitas conexões incluem protocolos pacotizados nos quais latências podem ser variáveis de uma transmissão para outra e gastar muitos segundos.

20 A abordagem desta invenção é para a entidade remota formar uma estimativa de uma parte da sequência de dados $D(t)$ ou uma estimativa de uma versão processada dela, e transmitir esses dados à estação base. Esta sequência de dados pode ser comparada contra um sinal similar, porém de muito maior fidelidade, gerado na estação base. As duas sequências são 25 deslizantes em tempo relativas a uma outra até que o melhor casamento ocorra, de acordo com um dada métrica, tal como erro de média quadrada mínimo. Este procedimento de "correlação" é muito similar àquele usado por receptores GPS a fim de sincronizar as seqüências de espalhamento PN; aqui, entretanto, a operação é feita em sinais de dados de taxa muito menor e,

portanto, o padrão de tais sinais está mudando constantemente e pode ser desconhecido a priori.

Como a estação base presumivelmente conhece o tempo preciso associado com cada elemento da mensagem, ela pode utilizar este 5 conhecimento mais a comparação citada acima para averiguar o tempo original associado com o sinal recebido na entidade remota.

Assim, o principal problema reside na estimativa, na entidade remota, da seqüência de dados $D(t)$ ou uma derivada dela.

Uma concretização particular da invenção, mostrada nas 10 Figuras 8A e 8B, para estimativa da sequência de dados é simplesmente amostrar e armazenar uma gravação do sinal depois que o PN é removido, por exemplo como mostrado na equação (2). Aqui o sinal é assumido ser amostrado em um pequeno múltiplo da taxa de dados; uma taxa de 100 amostras por segundo pode ser conveniente para este propósito. Note que 15 ambos tributários I e Q devem ser amostrados. Também, uma gravação de comprimento de cerca de 25 ou mais símbolos de dados (0,5 segundos) deveria ser tomada a fim de tornar a mesma similarmente de forma que o padrão de dados seja único para o propósito de identificação na estação base. Note da equação (2) que uma pequena portadora residual f_0 e fase de 20 portadora desconhecida f pode também estar presente. É altamente benéfico que a frequência de portadora seja conhecida em uma precisão melhor do que \pm um meio da taxa de amostra do sinal de dados; de outra maneira a portadora pode efetivamente introduzir reversões de fase do sinal de dados e então corromper os dados.

25 A Figura 8A ilustra o processo realizado no receptor GPS móvel de acordo com esta concretização particular. O receptor adquire o primeiro código PN (ou próximo senão o primeiro) para o sinal GPS particular e remove o código PN do sinal na etapa 503. Então, o receptor realiza uma estimativa precisa da freqüência da portadora na etapa 505 e as

remove da portadora do sinal introduzido na etapa 507. Então os dados I e Q são amostrados e quantizados nas etapas 509 e 511, e este resultado quantizado é salvo como uma gravação da correspondente mensagem de dados do satélite e então transmitida à estação base (talvez também com a correspondente pseudofaixa do satélite GPS transmitindo o sinal GPS particular). Na etapa 513, o receptor determina se o receptor realizou as etapas 503, 505, 507, 509, e 511 (e portanto determinada uma gravação) para todos satélites de interesse (por exemplo todos satélites em vista do receptor GPS móvel ou pelo menos quatro satélites em vista). Se uma gravação da mensagem de dados do satélite foi determinada de cada satélite de interesse, então o receptor GPS transmite (na etapa 515) as gravações com um rótulo de tempo transcorrido à estação base. O rótulo de tempo transcorrido pode ser usado pela estação base para estimar e/ou selecionar a gravação de "referência" na estação base que será comparado (por exemplo por correlação) à gravação. Se o receptor não determinou uma gravação de cada satélite de interesse, então o receptor GPS móvel prossegue da etapa 513 de volta à etapa 503, e repete as etapas 503, 505, 507, 509, e 511 a fim de determinar uma gravação da mensagem de dados do satélite recebida do próximo satélite de interesse. Um exemplo de um receptor GPS (e receptor / transmissor de comunicação) que pode realizar o processo da Figura 8A é mostrado na Figura 1A, e este receptor GPS é descrito em detalhes adicionais abaixo.

A estação base quando recebendo esta informação pode refinar a estimativa de frequência e remover a portadora e então determinar temporização relativa por correlação cruzada destes dados contra dados similares extraídos de um sinal de alta fidelidade recebido de um receptor GPS com uma vista clara do céu (ou recebido de alguma outra fonte de sinais GPS de alta fidelidade, tais como da Internet ou de uma estação de controle de terra GPS).

A Figura 8B mostra um processo 521 realizado pela estação base quando recebendo a gravação da mensagem de dados do satélite transmitida da entidade remota. Na etapa 523, a estação base recebe uma gravação correspondendo a uma mensagem de dados do satélite, e então na 5 etapa 525 trava a fase para a gravação e remove qualquer erro / giro de fase residual na etapa 525. Contemporaneamente com etapas 523 e 525, a estação base tipicamente estará rastreando e demodulando mensagens de dados GPS 10 e aplicando rótulos de tempo a estas mensagens de dados a fim de fornecer um valor preciso de tempo em associação com vários intervalos da mensagem de dados do satélite que foi demodulada. Isto é mostrado na etapa 527. Tipicamente, a estação base estará realizando o rastreamento e demodulação 15 das mensagens de dados do satélite em uma base de andamento de forma que uma gravação de referência continua está sendo gerada e uma amostra corrente desta gravação de "referência" é armazenada à estação base. Será apreciado que esta gravação corrente da referência pode ser mantida por um período de tempo de mais de talvez 10 a 30 minutos antes do tempo corrente. Isto é, a estação base pode manter um cópia da gravação de referência tanto quanto 30 minutos antes de descarte da parte mais antiga da gravação de referência e em efeito substituindo-a com a parte mais nova em tempo.

20 Na etapa 529, a estação base correlaciona a gravação de referência da base com a gravação de referência da entidade remota da primeira mensagem de dados do satélite (ou a próxima, senão a primeira) do primeiro satélite (ou próximo). Esta correlação é efetivamente uma comparação entre as duas gravações a fim de casar os padrões de forma que a 25 estação base pode determinar o tempo acuradamente quando a entidade remota recebeu a gravação (que é tipicamente, em efeito, o tempo quando a fonte daquela gravação foi recebida pela entidade remota desde que a gravação é ela mesma uma estimativa da fonte). Será apreciado que como usado para descrever a presente invenção, o tempo de recebimento da

gravação pela entidade remota efetivamente é o tempo de recebimento da fonte da gravação na entidade remota. Na etapa 531, a estação base acha e interpola a localização de pico que indica o tempo no qual a remota recebeu a gravação para o satélite corrente e sua correspondente mensagem de dados do satélite. Na etapa 533, a estação base determina se todos os tempos associados com todas correspondentes gravações foram determinadas para todos os satélites de interesse. Se não, o processamento prossegue de volta a etapa 529 e o processo é repetido para cada gravação recebida da entidade remota. Se todas as gravações foram processadas a fim de determinar tempos correspondentes para todos os satélites de interesse e suas correspondentes mensagens de dados do satélite, então processamento prossegue da etapa 533 para a etapa 535, onde os tempos são comparados para os diferentes satélites de interesse. Na etapa 537, lógica majoritária é usada para descartar dados errôneos ou ambíguos e então na etapa 539 é determinado se todos os dados são ambíguos. Se todos os dados são ambíguos, a estação base comanda o receptor GPS móvel para tomar dados adicionais transmitindo um comando ao receptor de comunicação na unidade GPS móvel. Se todos os dados não são ambíguos, então na etapa 543 a estação base realiza uma média ponderada dos tempos para determinar um tempo médio de recebimento das mensagens de dados do satélite no receptor GPS móvel. Será apreciado que em certas circunstâncias como aquelas quando uma amostra de sinais GPS é digitalizada e armazenada em uma memória digital para posterior processamento que haverá em efeito um tempo de recebimento tanto quanto aquela amostra e de uma curta duração. Em outros exemplos, como aqueles envolvendo correlação serial onde um satélite por vez é processado e sinais do satélite são adquiridos e uma gravação é feita daquele sinal e então na próxima vez outro sinal de satélite é adquirido, neste caso, pode haver múltiplos tempos de recebimento e a estação base pode determinar cada um daqueles tempos e usá-los na maneira descrita abaixo.

Será apreciado que o tempo de recebimento da gravação em conjunto com as pseudofaixas que são tipicamente transmitidas do receptor GPS móvel, pelo menos em algumas concretizações, será usado pela estação base para determinar uma informação de posição, tal como uma latitude e

5 longitude e/ou uma altitude do receptor GPS móvel.

Em alguns casos pode ser difícil determinar a frequência da portadora residual (na etapa 525) com suficiente precisão e então uma demodulação diferencial dos dados da entidade remota e os dados recebidos localmente podem preceder a correlação cruzada. Esta demodulação

10 diferencial é ainda descrita abaixo em conjunto com as Figuras 4a e 4B.

Se a capacidade de conexão de comunicação é baixa (entre o receptor GPS móvel e a estação base), é vantajoso para a entidade remota realizar processamento adicional no sinal reunido (o sinal com PN removido). Uma boa abordagem em direção a este fim, como ilustrada nas Figuras 4A e

15 4B, é para a entidade remota diferencialmente detectar este sinal realizando uma operação de múltiplo retardo no sinal de dados, com retardo colocado em um período de bit (20 milissegundos) ou um múltiplo dele. Assim, se o sinal de banda base da equação (2) é representado como

$$z(t)=A D(t) \exp(j2pf_0t+f) \text{ (eq. 3)}$$

então a operação apropriada seria:

$$z(t) z(t-T)^* = A^2 D(t) D(t-T) \exp(j2pf_0T) = A^2 D_1(t) \exp(j2pf_0T) \text{ eq. 4}$$

20 onde o asterisco representa conjugado complexo, T é o período de bit (20 ms) e $D_1(t)$ é uma nova sequência de 50 baud formada por decodificação diferencial da sequência de dados original (por exemplo mapeando uma transição a um -1 e não transição a um + 1). Agora se o erro de frequência de portadora é pequeno comparado ao recíproco do período de símbolo, então o último termo exponencial tem um componente real que domina o componente imaginário e somente o componente real pode ser retido garantindo o resultado $A^2 D_1(t)$. Assim, a operação da equação (4) produz um fluxo de

25

sinal real em vez do fluxo de sinal complexo do processo mostrado na Figura 8A. Isto, por si mesmo, divide o comprimento da mensagem de transmissão requerida quando a gravação é transmitida através da conexão de comunicação. Desde que o sinal $A^2 D_1(t)$ esteja em banda base, ele pode ser amostrado em alguma menor taxa do que aquela do processo mostrado na Figura 8A. É possível, também, reter somente o sinal destes dados, por esse meio reduzindo a quantidade de dados a serem transmitidos. Entretanto, esta abordagem reduzirá a habilidade da estação base para resolver tempo muito melhor do que um período de símbolo (20 ms). Aqui nós deveríamos notar que o código PN repete em um intervalo de 1 ms e portanto não será útil por si mesmo para posterior solução deste erro de medição.

A Figura 4A ilustra as etapas de processamento realizadas no receptor GPS móvel, e Figura 4B ilustra as etapas de processamento realizadas à estação base de acordo com esta particular concretização da presente invenção. O receptor GPS móvel recebe na etapa 301 um pedido para informação de posição de uma estação base. Será apreciado que em uma típica concretização, esta recepção ocorrerá por um receptor de comunicação como aquele mostrado dentro do receptor GPS móvel 100 na Figura 1A. Em resposta aquele pedido para informação de posição, o receptor GPS móvel na etapa 303 adquire o primeiro código PN (ou o próximo, se não o primeiro) de um sinal GPS e remove aquele código PN do sinal GPS recebido. Na etapa 305, a entidade remota realiza uma precisa estimativa da frequência da portadora; a precisão desta estimativa deveria ser melhor do que a taxa de amostra da mensagem de dados GPS, que é tipicamente 100 Hz no caso de dados GPS de 50 baud. A etapa 305 pode ser realizada usando sistemas de medição de frequência convencionais em receptores GPS; estes sistemas de medição de frequência tipicamente usam circuitos de rastreamento de portadora que frequentemente incluem circuitos travados em fase para extrair a portadora e então um circuito de medição de frequência ou

alternativamente, um circuito de rastreamento de frequência com um circuito travado em fase. Na etapa 307, a frequência da portadora é removida pelo receptor GPS móvel do sinal remanescente, deixando os dados de 50 baud. Então na etapa 309, os dados remanescentes são diferencialmente detectados 5 amostrando os dados tipicamente em duas vezes a taxa dos dados eles mesmos. Será apreciado que mais que detectar diferencialmente os dados como na etapa 309, o receptor GPS remoto pode transmitir os dados ele mesmo à estação base e permitir a estação base realizar a detecção diferencial e etapas de quantização das etapas 309 e 311. O receptor GPS móvel 10 continua, na etapa 311, quantizando e armazenando o resultado que é uma gravação da mensagem de dados do satélite tipicamente tendo uma duração em tempo de meio a um segundo. Então na etapa 313, receptor GPS móvel determina se uma gravação da mensagem de dados do satélite foi criada para cada satélite de interesse, que pode ser todos os satélites em vista ou pelo 15 menos quatro satélites em vista. Se uma gravação não foi criada para cada satélite de interesse e sua correspondente mensagem de dados do satélite, então processamento prossegue da etapa 313 de volta a etapa 303 e este circuito continua até que uma gravação seja criada para cada uma das mensagens de dados do satélite para cada satélite de interesse. Se todas as 20 gravações para todos os satélites de interesse foram determinadas e criadas, então processamento prossegue da etapa 313 para a etapa 315 na qual o receptor GPS móvel transmite através do seu transmissor de comunicação as gravações para todos os satélites de interesse com um rótulo de tempo grosso (transcorrido) que é usado pela estação base na maneira descrita 25 acima.

A estação base recebe estas gravações do receptor GPS móvel na etapa 327 mostrada na Figura 4B. Contemporaneamente com a operação do receptor GPS móvel, a estação base está tipicamente rastreando e demodulando mensagens de dados GPS e aplicando rótulos de tempo àquelas

mensagens de dados a fim de em efeito marcar em tempo estas mensagens de dados; isto é realizado na etapa 321 como mostrado na Figura 4B. Então na etapa 323, a estação base decodifica diferencialmente os dados para fornecer os dados da base que serão usados na operação de correlação na etapa 325.

5 Os dados recebidos do receptor GPS móvel tipicamente serão armazenados para a operação de correlação e comparados contra os dados decodificados diferencialmente armazenados da etapa 323. Na etapa 325, a estação base correlaciona os dados da base contra a gravação do receptor GPS móvel para o primeiro satélite (ou o próximo, se não o primeiro). Na etapa 327, a estação 10 base acha e interpola a localização de pico que indica o tempo de chegada no receptor móvel da mensagem de dados do satélite do satélite corrente sendo processado. Na etapa 329, a estação base determina se correlação foi realizada para todas as gravações recebidas do receptor móvel. Se não, então processamento prossegue de volta a etapa 325 na qual a próxima gravação 15 para a próxima mensagem de dados do satélite é processada nas etapas 325 e 327. Se na etapa 329, foi determinado que correlação foi realizada para todas as gravações recebidas do receptor GPS móvel, então na etapa 331, uma comparação é feita entre os tempos determinados para diferentes satélites de interesse. Na etapa 333, a estação base usa lógica majoritária para descartar 20 dados errôneos ou ambíguos. Então na etapa 335, a estação base determina se todos os dados são ambíguos ou errôneos. Caso sim, a estação base comanda o receptor móvel na etapa 337 para adquirir mais dados e o processo inteiro será repetido partindo do processo mostrado na Figura 4a e continuando ao processo mostrado na Figura 4B. Se todos os dados não são ambíguos como 25 determinado na etapa 335, então a estação base realiza uma média ponderada dos tempos na etapa 339 e usa esta média ponderada com as pseudofaixas transmitidas do receptor GPS móvel, pelo menos em algumas concretizações, a fim de determinar uma informação de posição do receptor GPS móvel.

A fim de ilustrar as etapas de processamento exatamente

descritas um sinal GPS vivo foi amostrado, coletado em um gravador, reunido e amostrado em uma taxa de quatro amostras por período de símbolo. Figura 10A mostra uma gravação de 1 segundo da parte real da forma de onda reunida com portadora parcialmente removida. O padrão de símbolo é evidente, mas uma pequena compensação de portadora residual de cerca de 1 Hz está obviamente ainda presente. Figura 10B mostra o sinal diferencialmente detectado multiplicando-o por uma versão conjugada e retardada dele mesmo com retardo igual a 20 milissegundos. O padrão de símbolos é claramente evidente. Figura 10C mostra o sinal de dados ideal e Figura 10D mostra a correlação cruzada do sinal ideal (por exemplo produzido à estação base) e o sinal de 10B. Note os "glitches" em 10B que resultam dos efeitos de amostragem e da natureza não ideal do sinal devido a ruído, etc.

A Figura 11A mostra os dados demodulados quando o ruído foi adicionado ao sinal de forma que a SNR do sinal demodulado é aproximadamente 0 dB. Isto modela a situação quando o sinal GPS recebido é reduzido em potência por 15 dB relativo ao seu nível nominal, por exemplo por condições de bloqueio. Figura 11B mostra os dados demodulados diferencialmente. O padrão de bit é indetectável. Finalmente Figura 11C mostra a correlação cruzada deste sinal de ruído com a referência limpa. Obviamente o pico é ainda forte, com nível de pico para RMS em excesso de 5,33 (14,5 dB), permitindo preciso estimativa do tempo de chegada. De fato, uma rotina de interpolação aplicada sobre o pico deste sinal indicou uma precisão de menos de 1/16 do espaçamento de amostra, isto é menos de 0,3 ms.

Como mencionado previamente, a estação base pode enviar à entidade remota a sequência de dados junto com o tempo associado com início desta mensagem. A entidade remota pode então estimar o tempo de chegada da mensagem de dados via os mesmos processos de correlação

cruzada descritos acima exceto que estes processos de correlação são realizados à entidade remota. Isto é útil se a entidade remota computa sua própria localização de posição. Nesta situação a entidade remota pode também obter dados de efemérides do satélite por uma transmissão de tais 5 dados da estação base.

A Figura 1A mostra um exemplo de um receptor GPS móvel combinado e sistema de comunicação que pode ser usado com a presente invenção. Este receptor GPS móvel combinado e sistema de comunicação 100 foi descrito em detalhe no depósito copendente número de série 10 08/652.833 arquivada em 23 de maio de 1996 e intitulada "Sistema de Posicionamento GPS Combinado e Sistema de Comunicação Utilizando Circuito Partilhado" que é por esse meio incorporado aqui por referência. Figura 1B ilustra em detalhes adicionais o conversor RF para IF 7 e o sintetizador de frequência 16 da Figura 1A. Estes componentes mostrados na 15 Figura 1B também são descritos no depósito copendente número de série 08/652.833. O receptor GPS móvel e sistema de comunicação 100 mostrados na Figura 1A podem ser configurados para realizar uma forma particular de processamento de sinal digital em sinais GPS armazenados de tal maneira que o receptor tenha muito alta sensibilidade. Isto é ainda descrito no copendente 20 Depósito de Patente número série 08/612.669, que foi arquivada em 8 de março de 1996, e é intitulada "Um Receptor GPS Aperfeiçoadão e Processo para Processamento de Sinais GPS", e este depósito é por esse meio incorporada aqui por referência. Esta operação de processamento descrita no depósito número série 08/612.669 computa uma pluralidade de convoluções 25 intermediárias tipicamente usando transformações de Fourier rápidas e armazena estas convoluções intermediárias na memória digital e então usa estas convoluções intermediárias para fornecer pelo menos uma pseudofaixa. O sistema de comunicação e GPS combinado 100 mostrados na Figura 1A também pode incorporar certas técnicas de estabilização de frequência ou

calibração a fim de ainda aperfeiçoar a sensibilidade e precisão do receptor GPS. Estas técnicas são descritas no copendente depósito número série P003X, que foi arquivada em 4 de dezembro de 1996, e é intitulada "Um Receptor GPS Aperfeiçoadoo Utilizando uma Ligação de Comunicação", e 5 cujo depósito é por esse meio incorporada aqui por referência.

Antes da descrição em detalhes da operação do receptor GPS móvel combinado e sistema de comunicação 100 mostrados na Figura 1A, um breve resumo será fornecido aqui. Em uma concretização típica, o receptor GPS móvel e sistema de comunicação 100 receberão um comando de uma 10 estação base, como a estação base 17, que pode ser cada uma das estações base mostradas em cada Figura 5A ou Figura 5B. Este comando é recebido na antena de comunicação 2 e o comando é processado como uma mensagem digital depois armazenada na memória 9 pelo processador 10. O processador 10 determina que a mensagem é um comando para fornecer uma informação 15 de posição à estação base, isto causa ao processador 10 ativar a parte GPS do sistema pelo menos alguns dos quais que pode ser partilhado com o sistema de comunicação. Isto inclui, por exemplo, colocação da chave 6 de forma que o conversor de RF para IF 7 receba sinais GPS da antena GPS 1 preferivelmente aos sinais de comunicação da antena de comunicação 2. 20 Então os sinais GPS são recebidos, digitalizados, e armazenados na memória digital 9 e então processados de acordo com as técnicas de processamento de sinal digital descritas no acima mencionado depósito número série 08/612.669. O resultado deste processamento tipicamente inclui uma pluralidade de pseudofaixas para a pluralidade de satélites em vista e estas 25 pseudofaixas são então transmitidas de volta à estação base pelo componente de processamento 10 ativando a parte de transmissor e transmitindo as pseudofaixas de volta à estação base à antena de comunicação 2.

A estação base 17 mostrada na Figura 1A pode ser acoplada diretamente à remota através de uma ligação de comunicação de rádio ou

pode ser, como mostrado na Figura 6, acoplada à remota através de uma posição de telefone celular que fornece uma ligação de comunicação por fios entre o sítio do telefone e a estação base. Figuras 5A e 5B ilustram estas duas possibilidades de estações base.

5 A estação base 401 ilustrada na Figura 5A pode funcionar como uma unidade autônoma fornecendo uma rádio ligação para e dos receptores móveis e processando pseudofaixas recebidas e as correspondentes gravações de tempo de acordo com a presente invenção. Esta estação base 401 pode encontrar uso onde a estação base é localizada em uma área 10 metropolitana e todos os receptores GPS móveis a serem rastreados estão similarmente localizados na mesma área metropolitana. Por exemplo, a estação base 401 pode ser empregada por forças policiais ou serviços de resgate a fim de rastrear usos individuais ou utilizando os receptores GPS móveis. Tipicamente, os elementos transmissor e receptor 409 e 411, 15 respectivamente, serão fundidos em uma unidade transceptora simples e terão uma antena simples. Entretanto, estes componentes tem sido mostrados separadamente como eles podem também existir separadamente. O transmissor 409 funciona para fornecer comandos aos receptores GPS móveis através da antena do transmissor 410; este transmissor 409 está tipicamente 20 sob controle da unidade de processamento de dados 405 que pode receber um pedido de um usuário da unidade de processamento para determinar a localização de um particular receptor GPS móvel. Consequentemente, a unidade de processamento de dados 405 causaria o comando a ser transmitido pelo transmissor 409 ao receptor GPS móvel. Em resposta, o receptor GPS 25 móvel transmitiria de volta ao receptor 411 pseudofaixas e correspondentes gravações em uma concretização da presente invenção a serem recebidas pela antena de recepção 412. O receptor 411 recebe estas mensagens do receptor GPS móvel e fornece-as à unidade de processamento de dados 405 que então realiza as operações que derivam da informação de posição das pseudofaixas

do receptor GPS móvel e as mensagens de dados do satélite recebidas do receptor GPS 403 ou outra fonte de mensagens de dados do satélite de qualidade de referência. Isto é ainda descrito nas acima notadas copendentes aplicações de patente. O receptor GPS 403 fornece os dados de efemérides do satélite que são usados com as pseudofaixas e o tempo determinado a fim de calcular uma informação de posição para o receptor GPS móvel. A armazenagem de massa 407 inclui uma versão armazenada da gravação de referência das mensagens de dados do satélite que são usadas para comparar contra as gravações recebidas do receptor GPS móvel. A unidade de processamento de dados 405 pode ser acoplada a um mostrador opcional 415 e pode ser acoplada em uma armazenagem de massa 413 com "software" GIS que é opcional. Será apreciado que a armazenagem de massa 413 pode ser a mesma armazenagem de massa 407 na qual elas podem ser contidas no mesmo disco rígido ou outro dispositivo de armazenagem de massa.

A Figura 5B ilustra uma alternativa estação base da presente invenção. Esta estação base 425 é destinada a ser acoplada a locais remotos de transmissão e recepção como um sítio de telefone celular 455 mostrado na Figura 6. Esta estação base 425 pode também ser acoplada a sistemas de clientes através de uma rede, como a Internet ou uma intranet, ou outros tipos de sistemas de rede de computador. O uso da estação base nesta maneira é ainda descrito no copendente depósito número série 08/708.176, que foi arquivada em 6 de setembro de 1996 e que é intitulada "Servidor de Cliente Baseado em Dispositivo Localizador Remoto" e que é por esse meio incorporada aqui por referência. A estação base 425 comunica com uma unidade GPS móvel, tal como o receptor GPS móvel combinado e sistema de comunicação 453 mostrado na Figura 6 através do sítio de telefone celular 455 e sua correspondente antena ou antenas 457 como mostrado na Figura 6. Será apreciado que o receptor GPS combinado e sistema de comunicação 453 podem ser similar ao sistema 100 mostrado na Figura 1A.

A estação base 425, como mostrado na Figura 5B, inclui um processador 427 que pode ser um microprocessador convencional acoplado por um barramento 430 a memória principal 429 que pode ser memória de acesso randômico (RAM). A estação base 425 ainda inclui outros 5 dispositivos de entrada e saída, tais como teclados, "mice", e mostradores 435 e controladores I/O associados acoplados via barramento 430 ao processador 427 e à memória 429. Um dispositivo de armazenagem de massa 433, tal como um disco rígido ou "CD ROM" ou outros dispositivos de armazenagem de massa, é acoplado a vários componentes do sistema, tal como processador 10 427 através do barramento 430. Um controlador I/O 431 que serve para fornecer controle I/O entre o receptor GPS ou outra fonte de mensagens de dados do satélite, é também acoplada ao barramento 430. Este controlador I/O 431 recebe mensagens de dados do satélite do receptor GPS 430 e fornece as através do barramento 430 ao processador que causa a marca de 15 tempo ser aplicada a eles e então armazenadas nos dispositivo de armazenagem de massa 433 para uso posterior em comparação com gravações recebidas dos receptores GPS móveis. Dois "modems" 439 e 437 são mostrados na Figura 5B como interfaces a outros sistemas remotamente localizados da estação base 425. No caso de "modem" ou interface de rede 20 439, este dispositivo é acoplado a um computador de cliente, por exemplo, através da Internet ou alguma outra rede de computador. O "modem" ou outra interface 437 fornece uma interface ao sítio de telefone celular, tal como o local 455, mostrado na Figura 6 que ilustra um sistema 451.

A estação base 425 pode ser implementada com outras 25 arquiteturas de computador como será apreciado por aqueles qualificados na arte. Por exemplo, pode haver múltiplos barramentos ou um barramento principal e um barramento periférico ou pode haver sistemas de computador múltiplos e/ou processadores múltiplos. Pode ser vantajoso, por exemplo, ter um processador dedicado a receber a mensagem de dados do satélite do

receptor GPS 403 e processar aquela mensagem a fim de fornecer uma gravação de referência em uma maneira dedicada de forma que não haverá interrupção no processo de preparação da gravação de referência e armazenando-a e gerenciando a quantidade de dados armazenados de acordo 5 com a presente invenção.

O sistema 451 mostrado na Figura 6 tipicamente operará, em uma concretização, da seguinte maneira. Um sistema de computador de cliente 463 transmitirá uma mensagem através de uma rede, tal como a Internet 461 à estação base 425. Será apreciado que pode haver roteadores de 10 intervenção ou sistemas de computador na rede ou Internet 461 que passam ao longo do pedido de posicionamento de um receptor GPS móvel particular. A estação base 425 então transmitirá uma mensagem através de uma ligação, que é tipicamente uma ligação telefônica por fios 459, ao sítio de telefone celular 455. Este sítio de telefone celular 455 então transmite um comando 15 usando sua antena ou antenas 457 ao receptor GPS móvel combinado e sistema de comunicação 453. Em resposta, o sistema 453 transmite de volta pseudofaixas e gravações das mensagens de dados do satélite de acordo com a presente invenção. Estas gravações e pseudofaixas são então recebidas pelo sítio de telefone celular 455 e comunicou de volta à estação base através da 20 ligação 459. A estação base então realiza as operações como descritas de acordo com a presente invenção usando as gravações para determinar o tempo de recebimento das mensagens de dados do satélite e usando pseudofaixas do sistema GPS remoto 453 e utilizando os dados de efemérides 25 do satélite a partir do receptor GPS na estação base ou a partir de outras fontes de dados GPS. A estação base então determina uma informação de posição e comunica esta informação de posição através de uma rede, tal como a Internet 461, ao sistema de computador do cliente 453 que pode ele mesmo ter "software" de mapeamento no sistema de computador do cliente, permitindo ao usuário deste sistema ver em um mapa a exata posição do

sistema GPS móvel 453.

A presente invenção foi descrita com referência as várias Figuras que foram fornecidas para propósitos de ilustração e não são destinadas a limitar de qualquer maneira a presente invenção. Além do mais, 5 vários exemplos foram descritos dos processos e aparelhos da presente invenção, e será apreciado que estes exemplos podem ser modificados de acordo com a presente invenção e ainda caber dentro do campo das seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para medição de tempo relacionado a mensagens de dados de satélite para uso com um sistema de posicionamento por satélite, o processo compreendendo a etapa de:

5 receber (205), em uma entidade, uma primeira gravação de pelo menos uma parte de uma mensagem de dados de satélite, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente as etapas de:

10 comparar (205) a primeira gravação com uma segunda gravação da mensagem de dados de satélite, onde a primeira gravação e a segunda gravação se sobrepõem pelo menos parcialmente em tempo; e

 determinar (207) um tempo a partir da etapa de comparação, o tempo indicando quando a primeira gravação foi recebida em uma entidade remota.

15 2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o processo é realizado exclusivamente na entidade, que é uma estação base.

20 3. Processo, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a entidade remota é um receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS) móvel.

 4. Processo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o receptor SPS móvel é um receptor GPS.

25 5. Processo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a segunda gravação fornece informação de tempo do dia de modo que o tempo pode ser determinado a partir da segunda gravação.

 6. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a segunda gravação é armazenada na estação base.

 7. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a etapa de comparação compreende a realização de uma

correlação cruzada ou uma comparação de amostra por amostra entre a primeira gravação e a segunda gravação.

5 8. Processo, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a recepção, na entidade, de uma pluralidade de pseudofaixas a partir da entidade remota.

9. Processo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

 usar o tempo e a pluralidade de pseudofaixas para determinar uma informação de posição da entidade remota.

10 10. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a primeira gravação compreende dados de 50 baud.

11. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

15 determinar precisamente uma freqüência portadora da primeira gravação.

12. Processo, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

 comunicar a informação de posição a outra entidade.

13. Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado 20 pelo fato de que a primeira gravação não é demodulada e que a estação base demodula a primeira gravação.

14. Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

25 comunicar o tempo à entidade remota depois da etapa de determinação.

15. Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

 receber, na entidade, uma pluralidade de pseudofaixas a partir da entidade remota.

16. Processo, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado
pelo fato de compreender adicionalmente:

usar o tempo e a pluralidade de pseudofaixas para determinar
uma informação de posição da entidade remota.

5 17. Processo, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado
pelo fato de que a primeira gravação compreende pelo menos uma gravação
de pelo menos a parte da mensagem de dados de satélite correspondendo a
uma primeira pseudofaixa da pluralidade de pseudofaixas.

10 18. Processo, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado
pelo fato de compreender adicionalmente:

receber, na entidade, uma terceira gravação de pelo menos
uma parte de uma segunda mensagem de dados de satélite;

comparar a terceira gravação com uma quarta gravação da
segunda mensagem de dados de satélite, onde a terceira gravação e a quarta
15 gravação se sobrepõem pelo menos parcialmente em tempo;

determinar um segundo tempo a partir da etapa de
comparação, o segundo tempo indicando quando a terceira gravação foi
recebida na entidade remota, onde a segunda mensagem de dados de satélite
corresponde a uma segunda pseudofaixa da pluralidade de pseudofaixas.

20 19. Processo, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado
pelo fato de que a entidade remota é um telefone celular e a primeira
gravação é recebida a partir do telefone celular através de um sítio de telefone
celular.

25 20. Processo, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado
pelo fato de compreender adicionalmente:

comunicar a informação de posição a outra entidade.

21. Processo, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado
pelo fato de que a outra entidade compreende um sistema de computador
acoplado à entidade através de uma rede.

22. Aparelho para medição de tempo relacionado a mensagens de dados de satélite para uso com um sistema de posicionamento por satélite, o aparelho compreendendo:

um receptor (411) para recepção de uma primeira gravação de 5 pelo menos uma parte de uma mensagem de dados de satélite; e

um processador de dados (405) acoplado ao receptor,

caracterizado pelo fato de que o processador de dados:

realiza uma comparação da primeira gravação com uma 10 segunda gravação da mensagem de dados de satélite, onde a primeira gravação e a segunda gravação se sobrepõem pelo menos parcialmente em tempo; e

determina um tempo a partir da comparação, o tempo indicando quando a primeira gravação foi recebida em uma entidade remota.

23. Aparelho, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado

15 pelo fato de que a entidade remota é um receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS) móvel.

24. Aparelho, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado

pelo fato de que a segunda gravação fornece informação de tempo do dia tal que o tempo pode ser determinado a partir da segunda gravação.

20 25. Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado

pelo fato de compreender adicionalmente um dispositivo de armazenagem acoplado ao processador de dados, o dispositivo de armazenagem armazenando a segunda gravação.

26. Aparelho, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado

25 pelo fato de compreender adicionalmente um receptor GPS acoplado ao processador de dados, o receptor GPS fornecendo a segunda gravação.

27. Aparelho, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado

pelo fato de que o receptor é um de rádio sem fio ou receptor de comunicação com fio.

28. Aparelho, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que o receptor recebe uma pluralidade de pseudofaixas a partir da entidade remota.

29. Aparelho, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que o processador de dados usa o tempo e a pluralidade de pseudofaixas para determinar uma informação de posição da entidade remota.

30. Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que a primeira gravação comprehende dados de 50 baud.

31. Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um transmissor acoplado ao processador de dados, o transmissor para comunicar com outra entidade.

32. Aparelho, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um transmissor acoplado ao processador de dados, o transmissor para comunicar a informação de posição à outra entidade.

33. Aparelho, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que a primeira gravação comprehende pelo menos uma gravação de pelo menos a parte da mensagem de dados de satélite correspondendo a uma primeira pseudofaixa da pluralidade de pseudofaixas.

34. Aparelho, de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que o receptor recebe uma terceira gravação de pelo menos uma parte de uma segunda mensagem de dados de satélite e que o processador de dados compara a terceira gravação com uma quarta gravação da segunda mensagem de dados de satélite, em que a terceira gravação e a quarta gravação se sobrepõem pelo menos parcialmente em tempo, e em que o processador de dados determina um segundo tempo a partir da etapa de comparação, o segundo tempo indicando quando a terceira gravação foi recebida na entidade remota, e em que a segunda mensagem de dados de satélite corresponde a uma segunda pseudofaixa da pluralidade de

pseudofaixas.

35. Aparelho, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um modem acoplado ao processador de dados, o modem para comunicar a informação de posição através de uma rede.

36. Processo para medição de tempo relacionado a mensagens de dados de satélite para uso com um sistema de posicionamento por satélite (SPS), o processo compreendendo a etapa de:

receive (201), em um receptor SPS móvel, pelo menos uma parte de uma mensagem de dados de satélite,

caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente as etapas de:

determinar (201) uma primeira gravação da pelo menos uma parte da mensagem de dados de satélite; e

transmitir (203), a partir do receptor SPS móvel, a primeira gravação para uma estação base remota com o propósito de determinar um tempo indicando quando a primeira gravação foi recebida no receptor móvel SPS.

37. Processo, de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

receber sinais GPS e determinar pelo menos uma pseudofaixa.

38. Processo, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

transmitir a pelo menos uma pseudofaixa.

39. Processo, de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que as etapas de recepção, determinação e transmissão são realizadas em um receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS).

40. Processo, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

receber sinais GPS e determinar de uma pluralidade de pseudofaixas;

transmitir a pluralidade de pseudofaixas.

41. Processo, de acordo com a reivindicação 40, caracterizado

5 pelo fato de que a primeira gravação compreende dados de 50 baud.

42. Processo, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado

pelo fato de compreender adicionalmente:

remover uma freqüência portadora dos sinais GPS.

43. Processo, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado

10 pelo fato de compreender adicionalmente:

detectar diferencialmente a primeira gravação.

44. Receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS),

compreendendo:

uma antena (1) para recepção de sinais SPS;

15 um demodulador (7) acoplado à antena, o demodulador removendo um código PN dos sinais SPS;

um processador (10) acoplado ao demodulador; e

um transmissor (2) acoplado ao processador,

caraterizado pelo fato de que o processador determina uma 20 primeira gravação de pelo menos uma parte de uma mensagem de dados de satélite recebida a partir do demodulador e do transmissor transmitir a primeira gravação a uma estação base remota.

45. Receptor, de acordo com a reivindicação 44, caracterizado

pelo fato de compreender adicionalmente:

25 uma antena de comunicação acoplada ao transmissor, a antena de comunicação para transmitir a primeira gravação à estação base remota.

46. Receptor, de acordo com a reivindicação 45, caracterizado

pelo fato de compreender adicionalmente:

um correlator acoplado à antena, o correlator adquirindo os

sinais SPS e determinando pelo menos uma pseudofaixa.

47. Receptor, de acordo com a reivindicação 45, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

um digitalizador acoplado à antena;

5 uma memória digital acoplada ao digitalizador, a memória digital armazenando uma representação digitalizada dos sinais SPS;

um processador digital acoplado ao transmissor e à memória digital, o processador digital processando os sinais SPS e determinando pelo menos uma pseudofaixa a partir dos sinais SPS.

10 48. Sistema de um receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS) móvel (100) e uma estação base (401), remotamente posicionada em relação ao receptor SPS móvel, em que:

o receptor SPS móvel (100) compreende:

uma antena (1) para recepção de sinais SPS;

15 um processador (10) acoplado à antena; e

um transmissor (2) acoplado ao processador,

a estação base (401) compreende:

um receptor (411) para recepção de uma primeira gravação;

20 um processador de dados (405) acoplado ao receptor,

caracterizado pelo fato de que:

o processador (10) do receptor móvel (100) determina a primeira gravação de pelo menos uma parte de uma mensagem de dados de satélite contida nos sinais SPS;

25 o transmissor (2) transmite a primeira gravação à estação base; e

o processador de dados (405) da estação base (401) realiza uma comparação da primeira gravação com uma segunda gravação da mensagem de dados de satélite, onde a primeira gravação e a segunda

gravação se sobrepõem pelo menos parcialmente em tempo, o processador de dados (405) determinando um tempo a partir da comparação, o tempo indicando quando a primeira gravação foi recebida no receptor SPS móvel.

5 49. Sistema, de acordo com a reivindicação 48, caracterizado pelo fato de que a segunda gravação fornece informação de tempo do dia tal que o tempo pode ser determinado a partir da segunda gravação.

10 50. Sistema, de acordo com a reivindicação 48, caracterizado pelo fato de que o receptor SPS móvel comprehende adicionalmente uma antena de comunicação acoplada ao transmissor para a transmissão da primeira gravação.

15 51. Sistema, de acordo com a reivindicação 50, caracterizado pelo fato de que o receptor SPS móvel comprehende adicionalmente:

um digitalizador acoplado à antena;

15 uma memória digital acoplada ao digitalizador, a memória digital armazenando uma representação digitalizada dos sinais SPS;

um processador digital acoplado ao transmissor e à memória digital, o processador digital processando os sinais SPS e determinando pelo menos uma pseudofaixa a partir dos sinais SPS.

20 52. Sistema, de acordo com a reivindicação 51, caracterizado pelo fato de que o processador digital computa uma pluralidade de convoluções intermediárias e armazena as convoluções intermediárias na memória digital e usa as convoluções intermediárias para fornecer a pelo menos uma pseudofaixa.

25 53. Sistema, de acordo com a reivindicação 52, caracterizado pelo fato de que o processador que determina a primeira gravação comprehende o processador digital.

54. Sistema, de acordo com a reivindicação 53, caracterizado pelo fato de que o processador digital remove um código PN dos sinais SPS

para fornecer a primeira gravação.

5 55. Sistema, de acordo com a reivindicação 50, caracterizado
pelo fato de que o receptor SPS móvel compreende adicionalmente um
correlator acoplado à antena, o correlator adquirindo os sinais SPS e
determinando pelo menos uma pseudofaixa.

56. Sistema, de acordo com a reivindicação 51, caracterizado
pelo fato de que o transmissor transmite a pelo menos uma pseudofaixa à
estação base.

10 57. Sistema, de acordo com a reivindicação 55, caracterizado
pelo fato de que o transmissor transmite a pelo menos uma pseudofaixa à
estação base.

58. Sistema, de acordo com a reivindicação 56, caracterizado
pelo fato de que a estação base recebe a primeira gravação e a pelo menos
uma pseudofaixa através de um sítio de telefone celular.

15 59. Sistema, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado
pelo fato de que a estação base recebe a primeira gravação e a pelo menos
uma pseudofaixa através de um sítio de telefone celular.

20 60. Sistema, de acordo com a reivindicação 50, caracterizado
pelo fato de que a estação base compreende adicionalmente um dispositivo de
armazenamento acoplado ao processador de dados, o dispositivo de
armazenamento armazenando a segunda gravação.

25 61. Sistema, de acordo com a reivindicação 60, caracterizado
pelo fato de que a estação base compreende adicionalmente um receptor GPS
acoplado ao processador de dados, o receptor GPS fornecendo a segunda
gravação.

62. Sistema, de acordo com a reivindicação 61, caracterizado
pelo fato de que o receptor é um de rádio sem fio e receptor de comunicação
com fios.

63. Sistema, de acordo com a reivindicação 62, caracterizado

pelo fato de que o receptor SPS móvel compreende adicionalmente:

um digitalizador acoplado à antena;

uma memória digital acoplada ao digitalizador, a memória digital armazenando uma representação digitalizada dos sinais SPS;

5 um processador digital acoplado ao transmissor e à memória digital, o processador digital processando os sinais SPS e determinando pelo menos uma pseudofaixa a partir dos sinais SPS, e onde o transmissor transmite a pelo menos uma pseudofaixa à estação base e onde o processador de dados usa o tempo e a pelo menos uma pseudofaixa para determinar uma
10 informação de posição para o receptor SPS móvel.

64. Sistema, de acordo com a reivindicação 63, caracterizado pelo fato de que a estação base recebe a primeira gravação e a pelo menos uma pseudofaixa através de um sítio de telefone celular.

65. Sistema, de acordo com a reivindicação 64, caracterizado 15 pelo fato de que a estação base compreende adicionalmente um modem acoplado ao processador de dados, o modem para comunicar a informação de posição através de uma rede.

66. Sistema, de acordo com a reivindicação 64, caracterizado 20 pelo fato de que o processador digital computa uma pluralidade de convoluções intermediárias e armazena as convoluções intermediárias na memória digital e usa as convoluções intermediárias para fornecer a pelo menos uma pseudofaixa.

67. Sistema, de acordo com a reivindicação 66, caracterizado 25 pelo fato de que o processador digital compreende o processador que determina a primeira gravação e de que o processador digital remove um código PN dos sinais SPS para fornecer a primeira gravação.

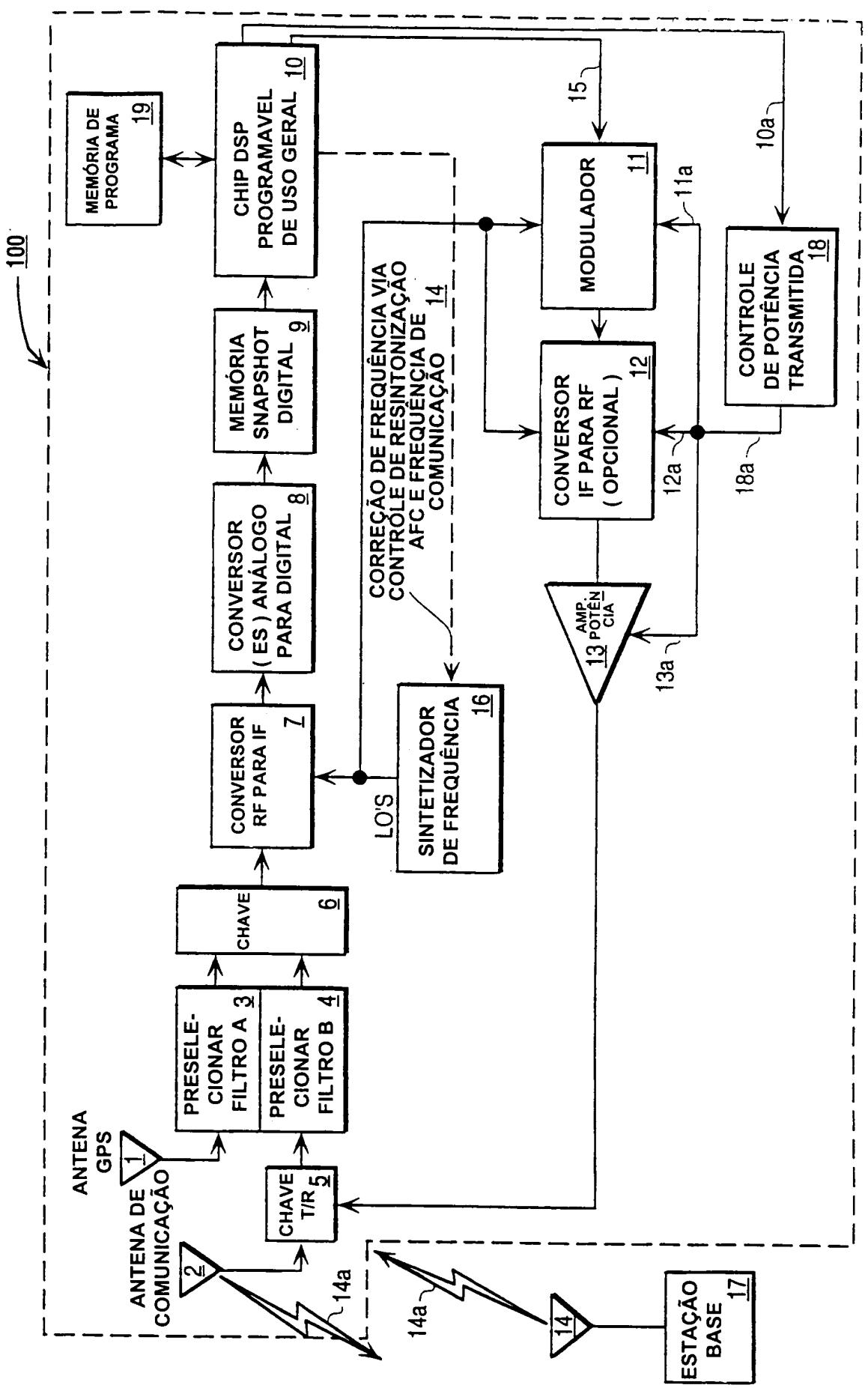


FIG. 1A

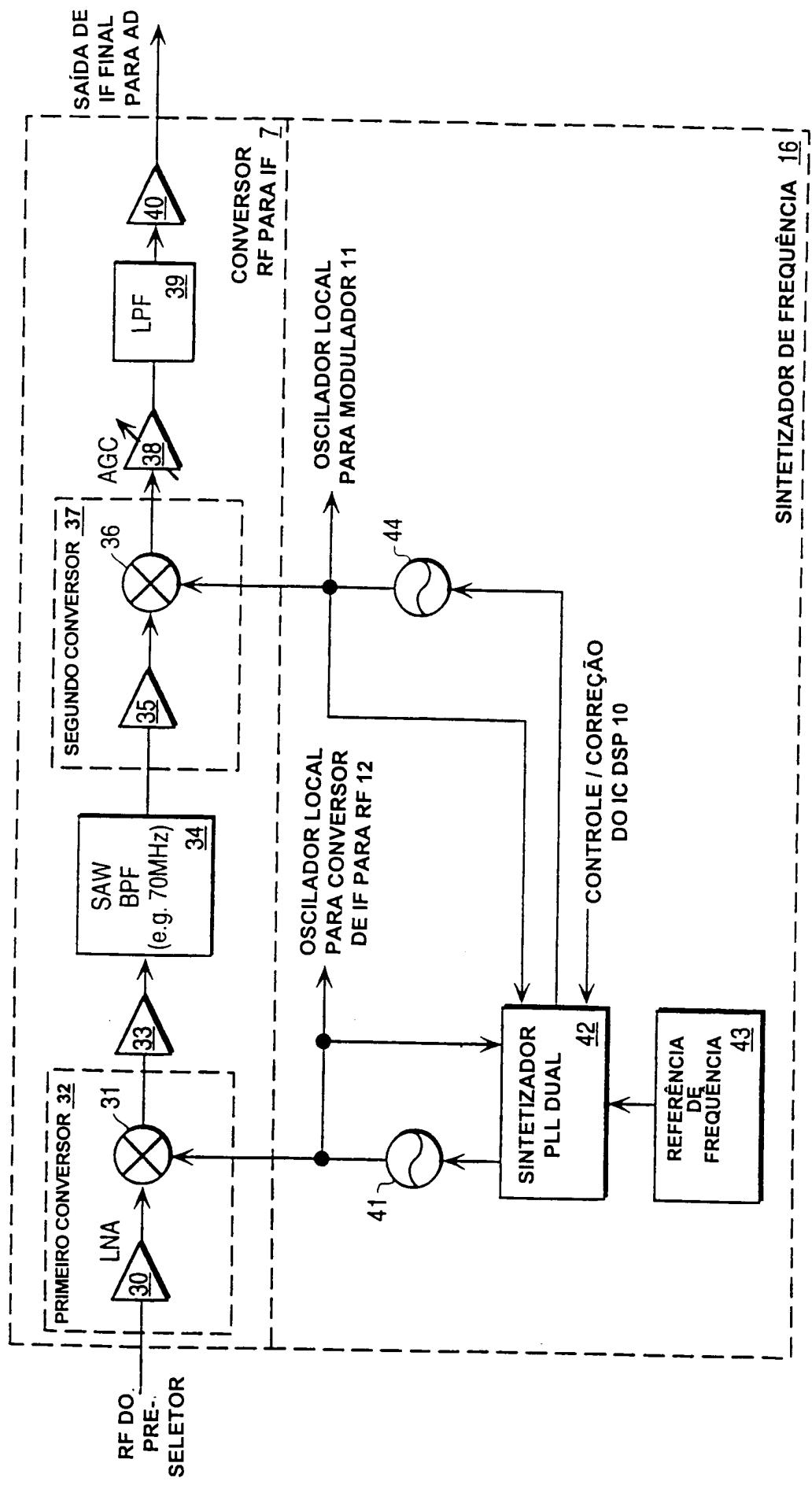


FIG. 1B

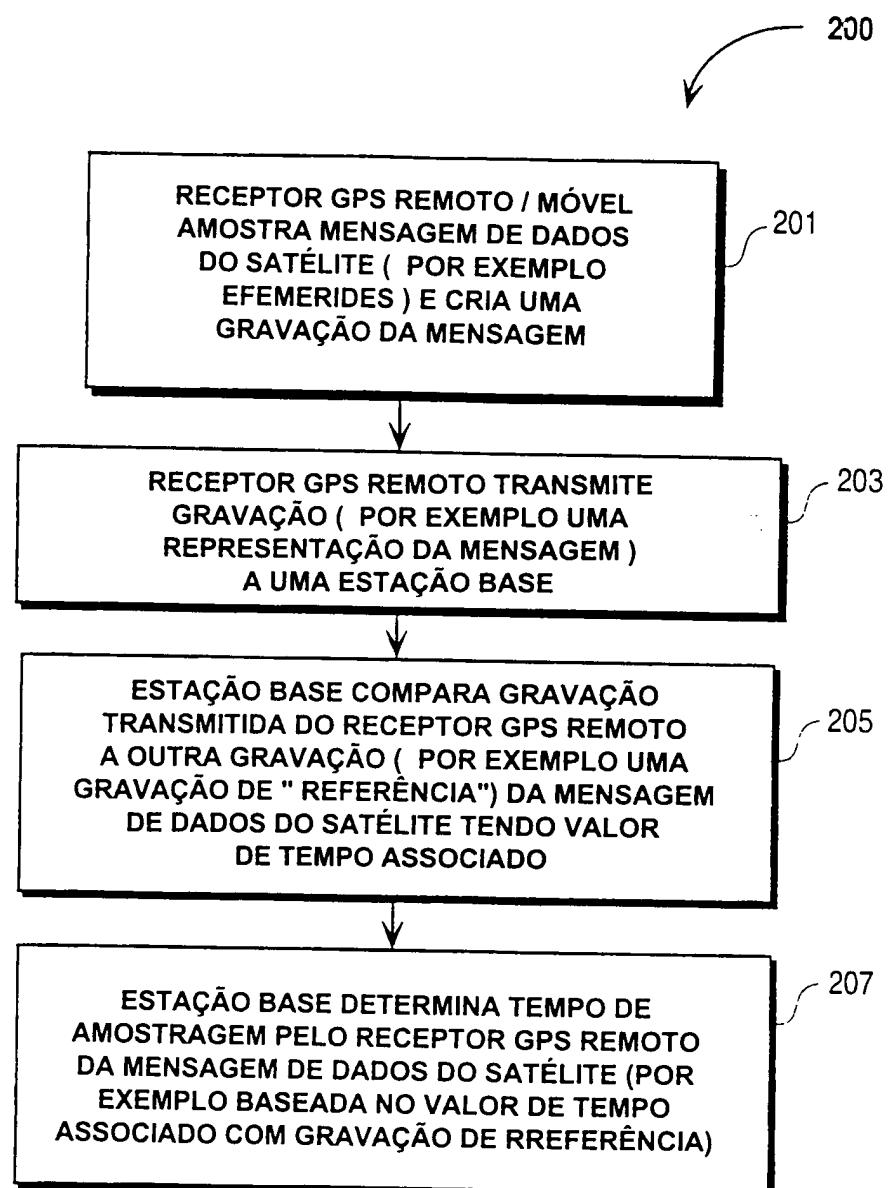


FIG. 2

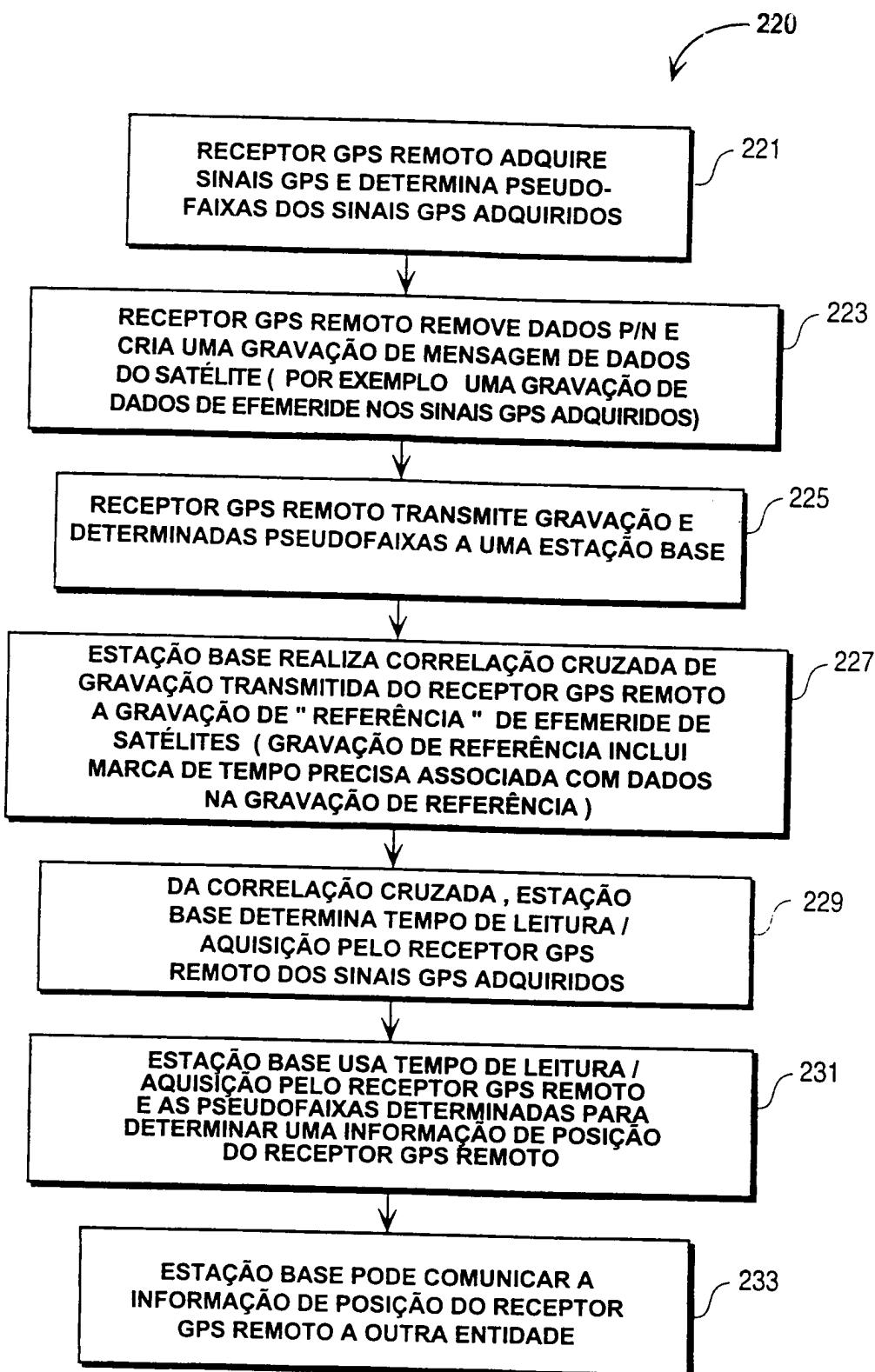


FIG. 3

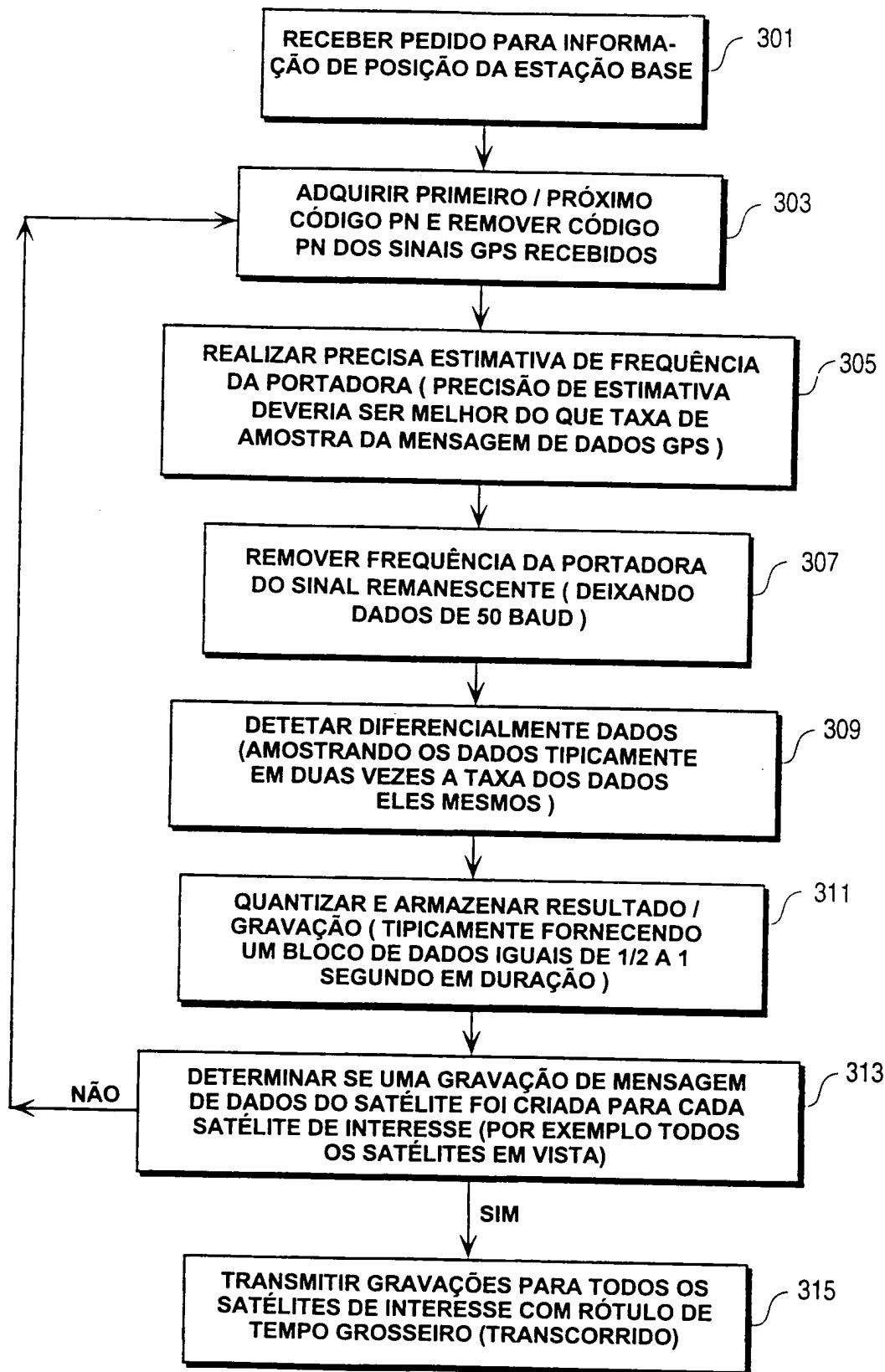


FIG. 4A

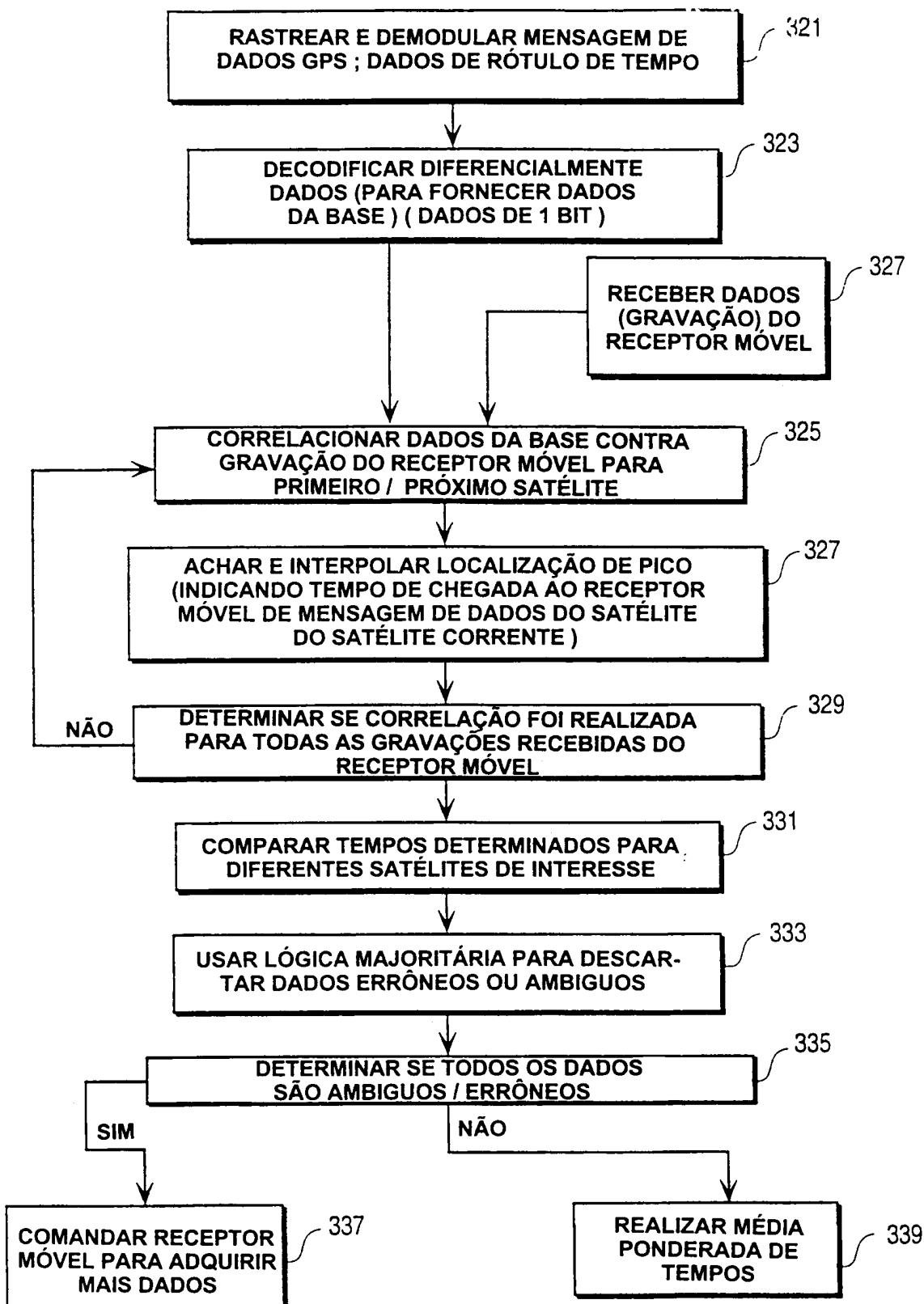


FIG. 4B

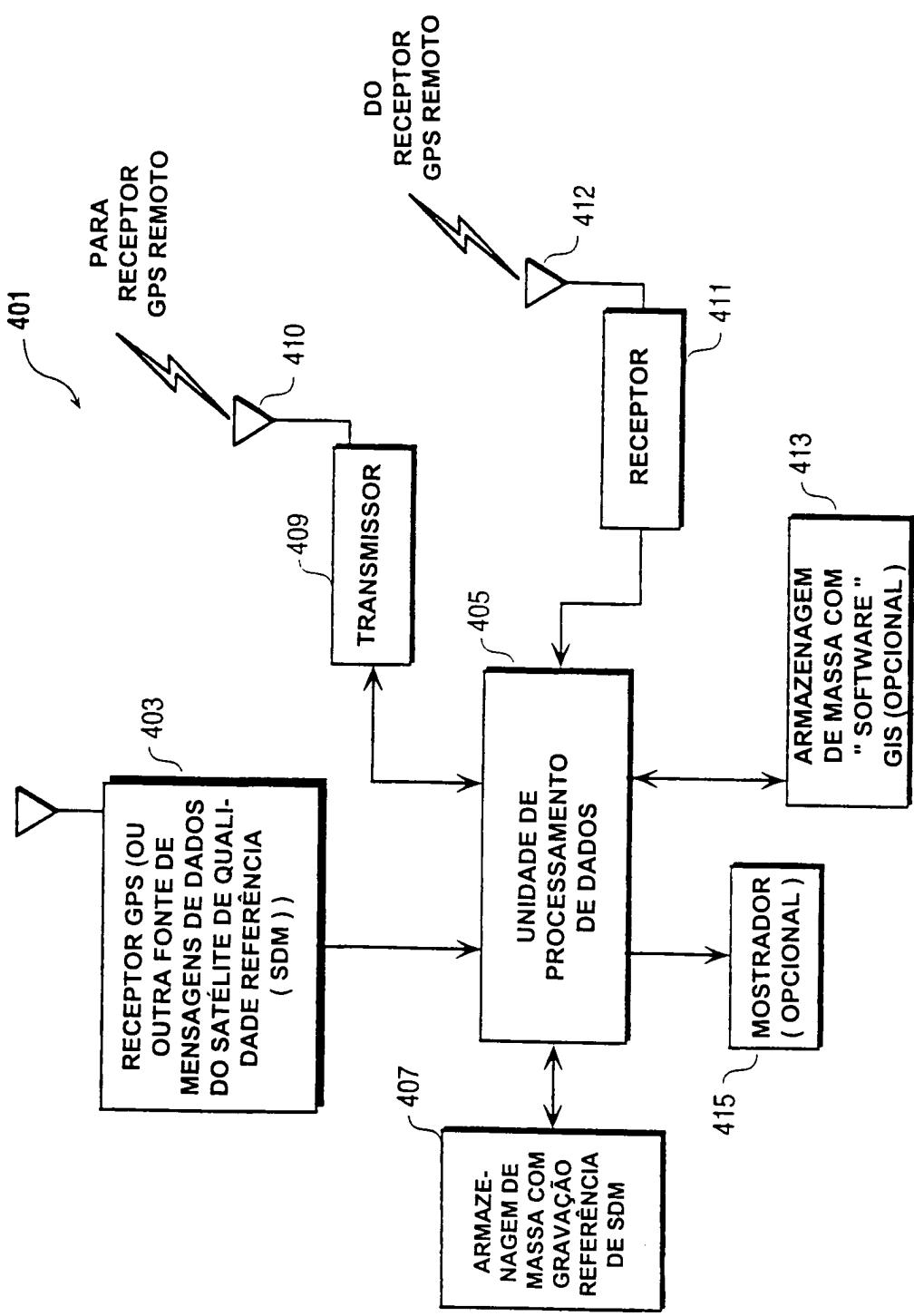
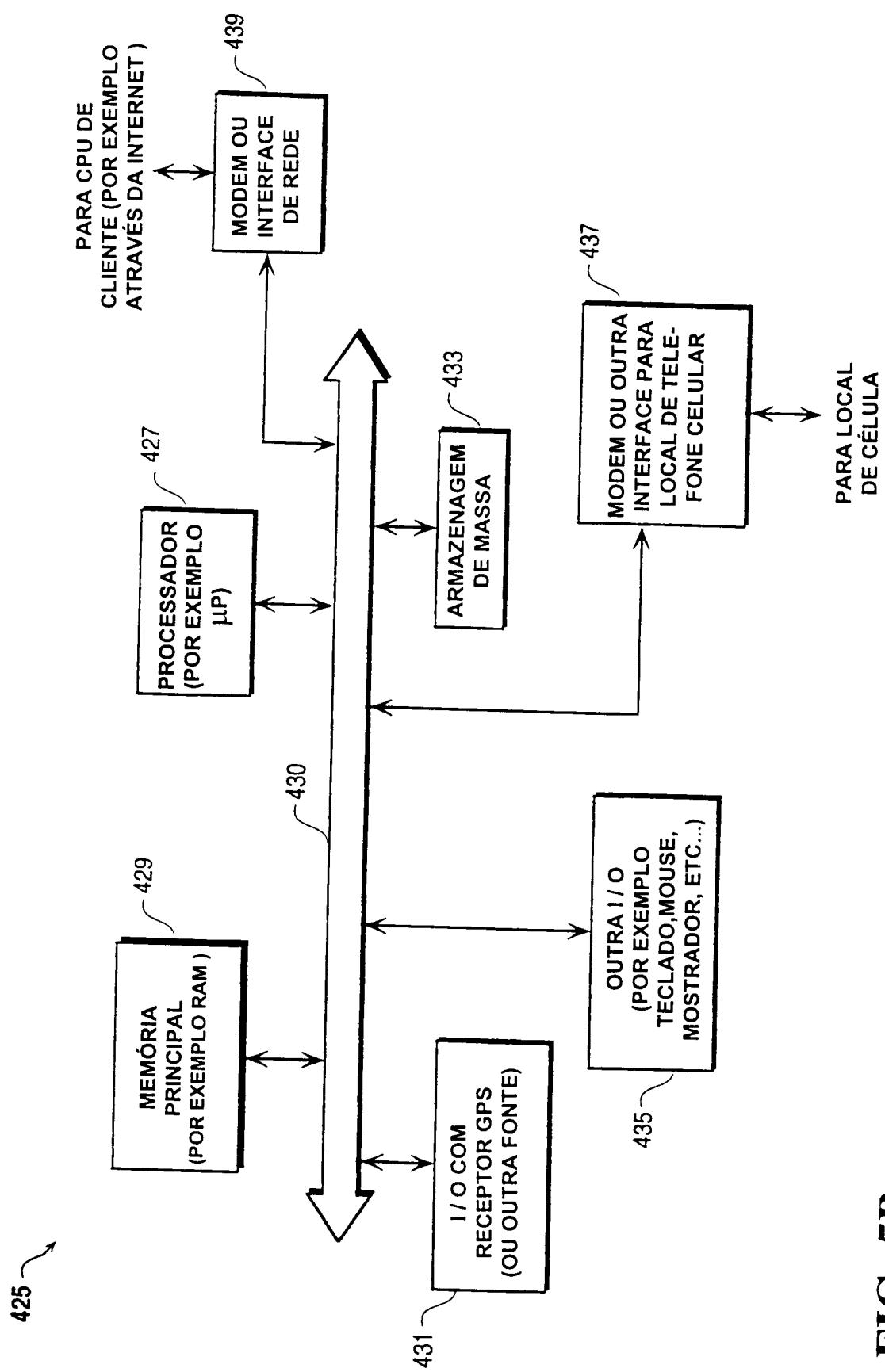


FIG. 5A



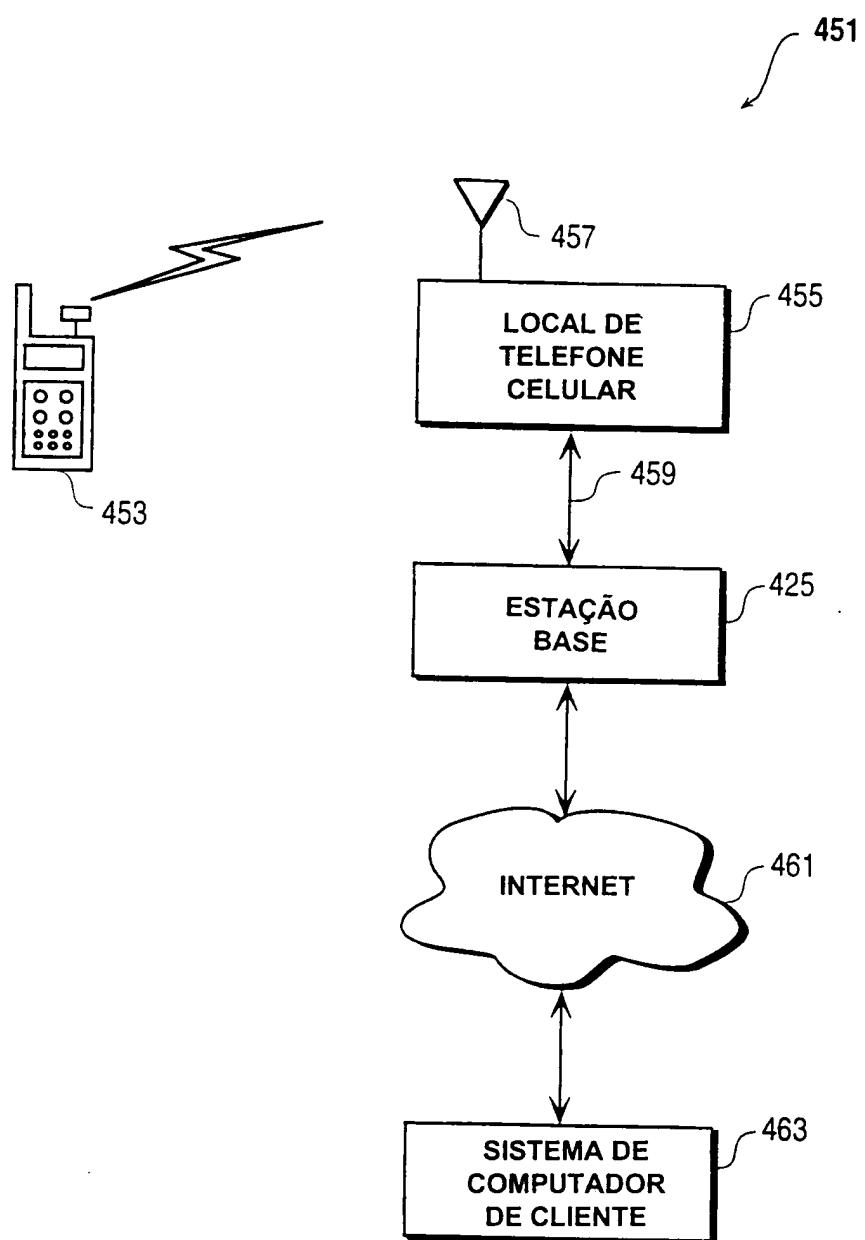


FIG. 6

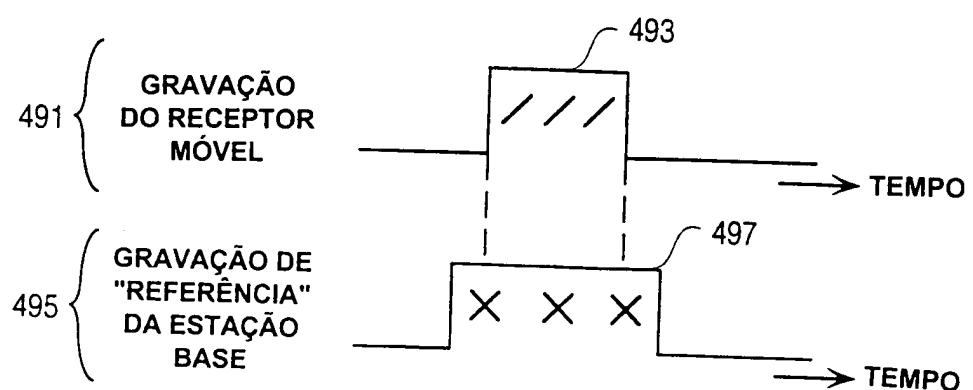


FIG. 7

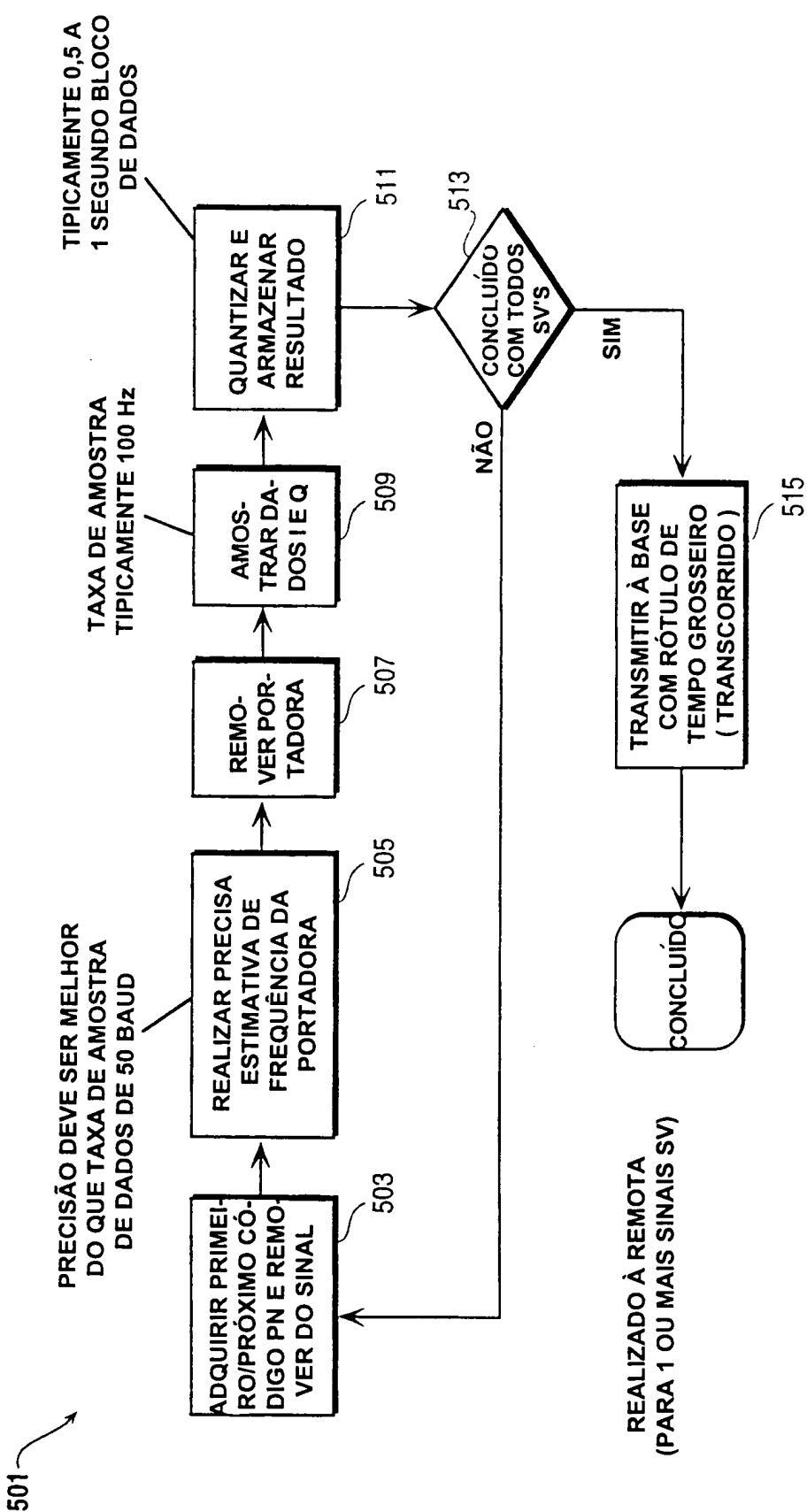


FIG. 8A

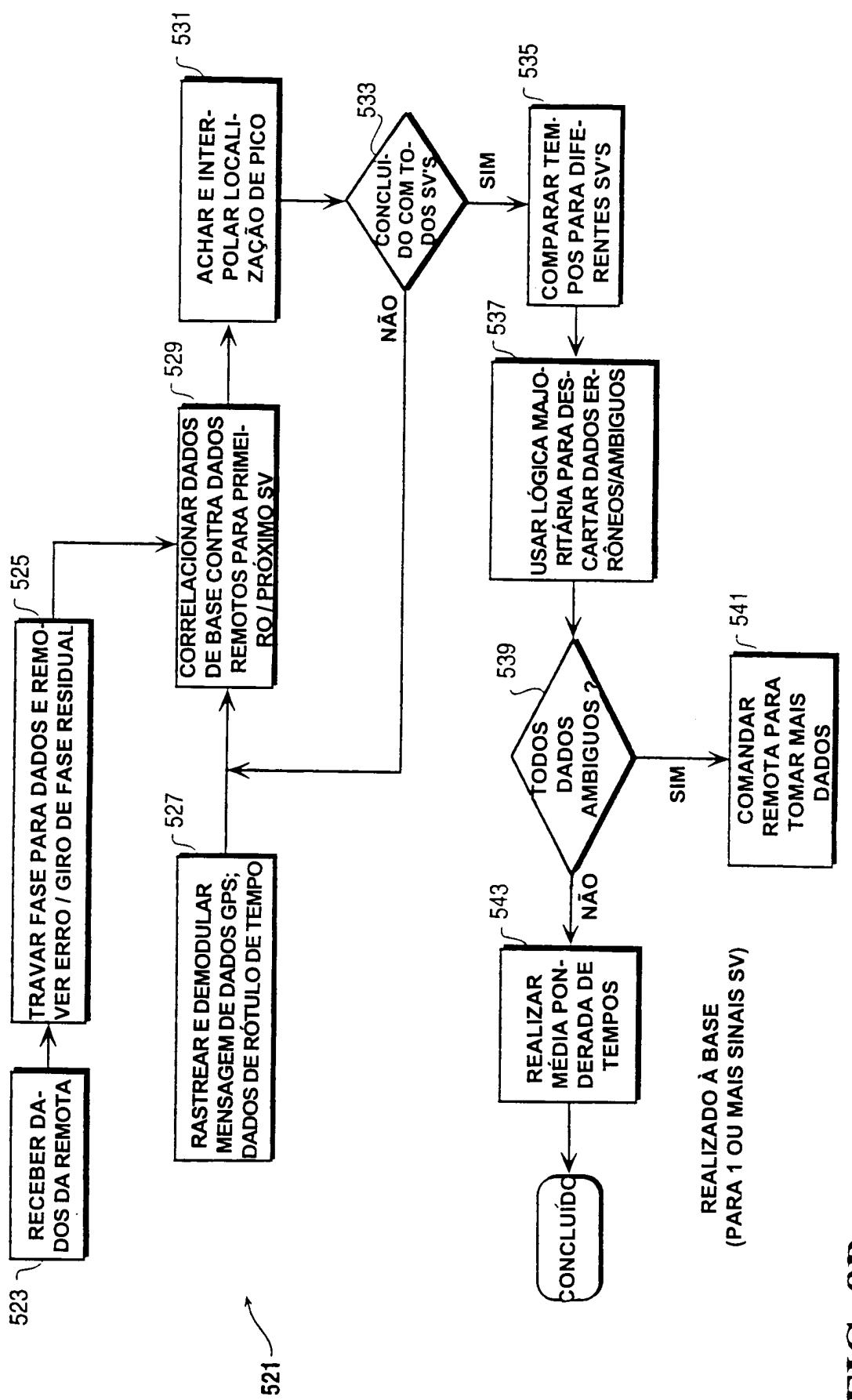


FIG. 8B

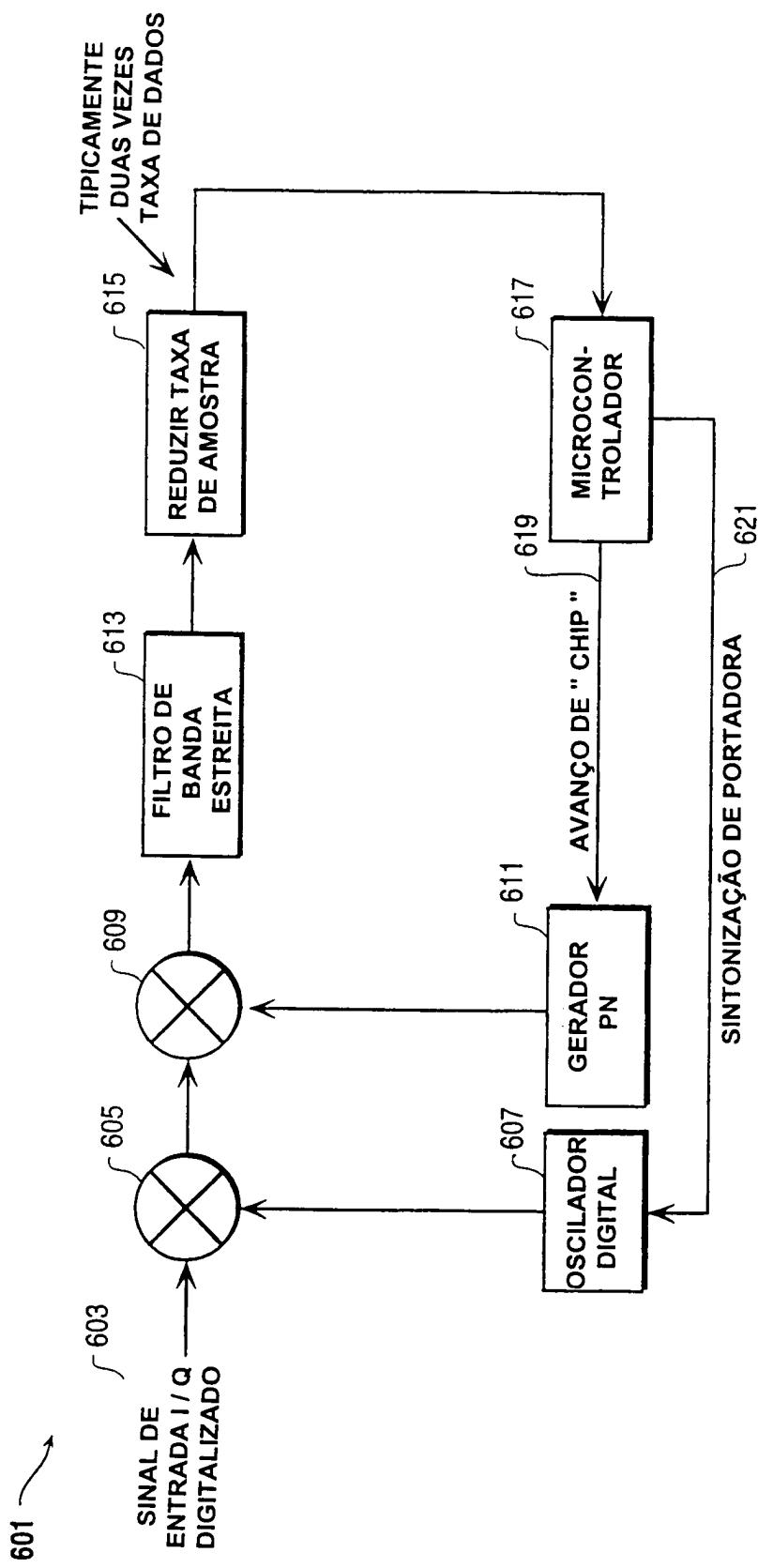


FIG. 9

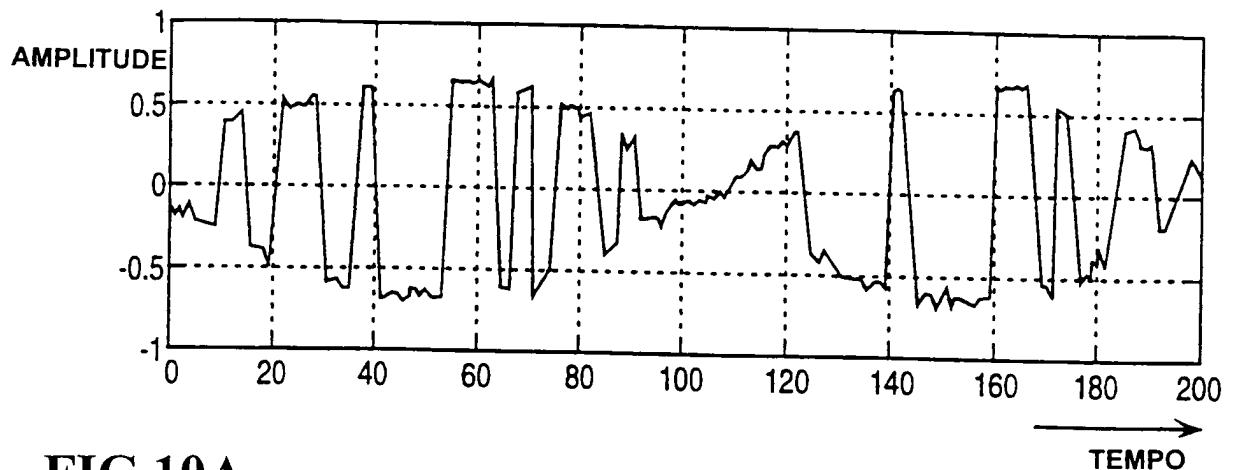


FIG.10A COMPONENTE REAL DE SINAL COM PN REMOVIDO

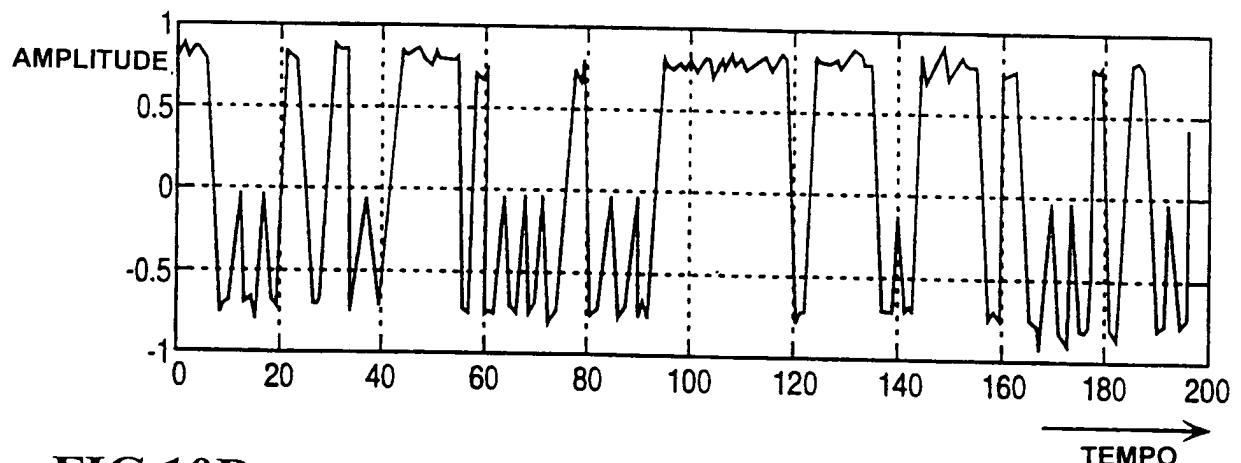


FIG.10B SINAL DEMODULADO DIFERENCIALMENTE

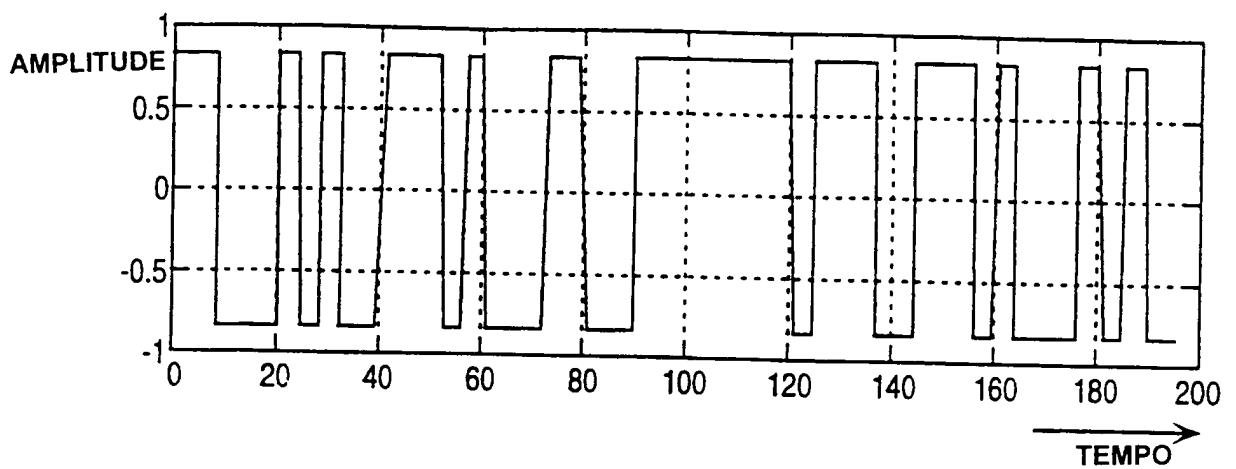


FIG.10C SINAL DEMODULADO DIFERENCIALMENTE IDEAL

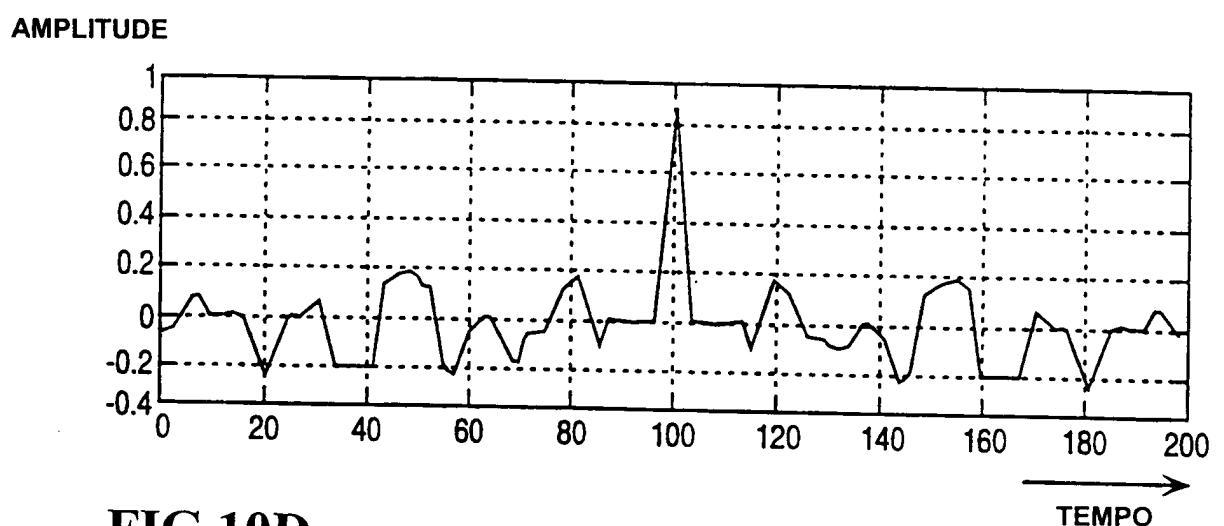
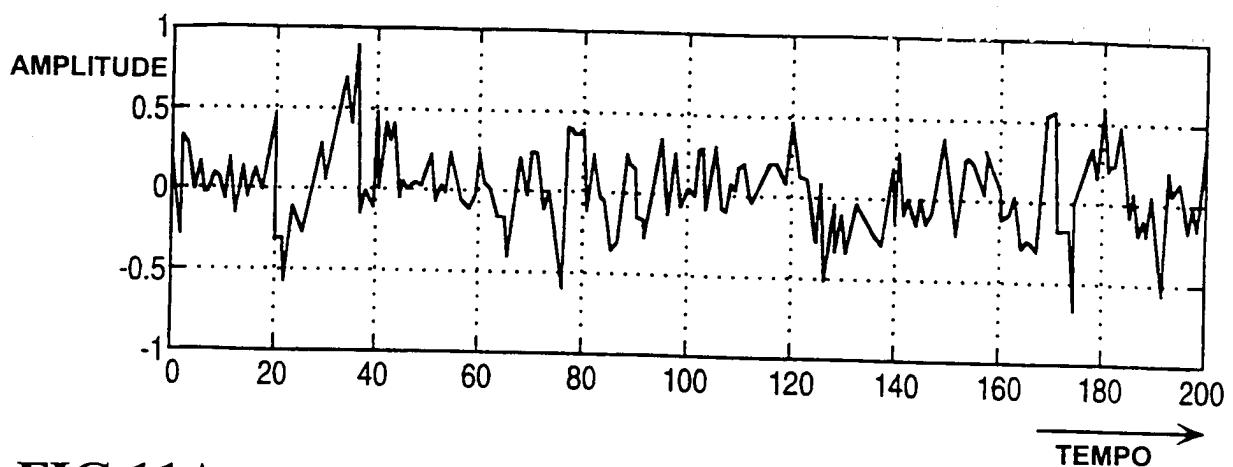
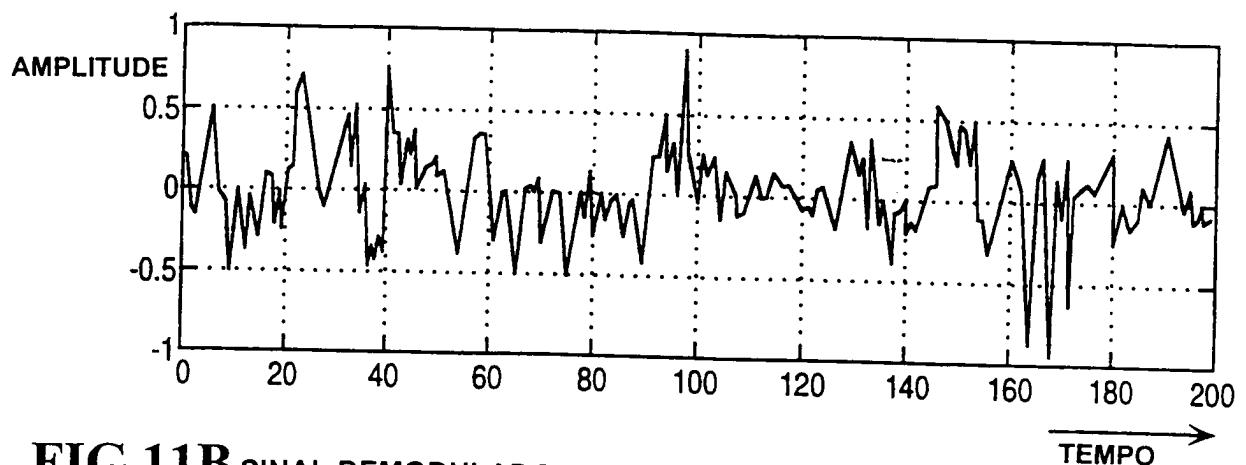
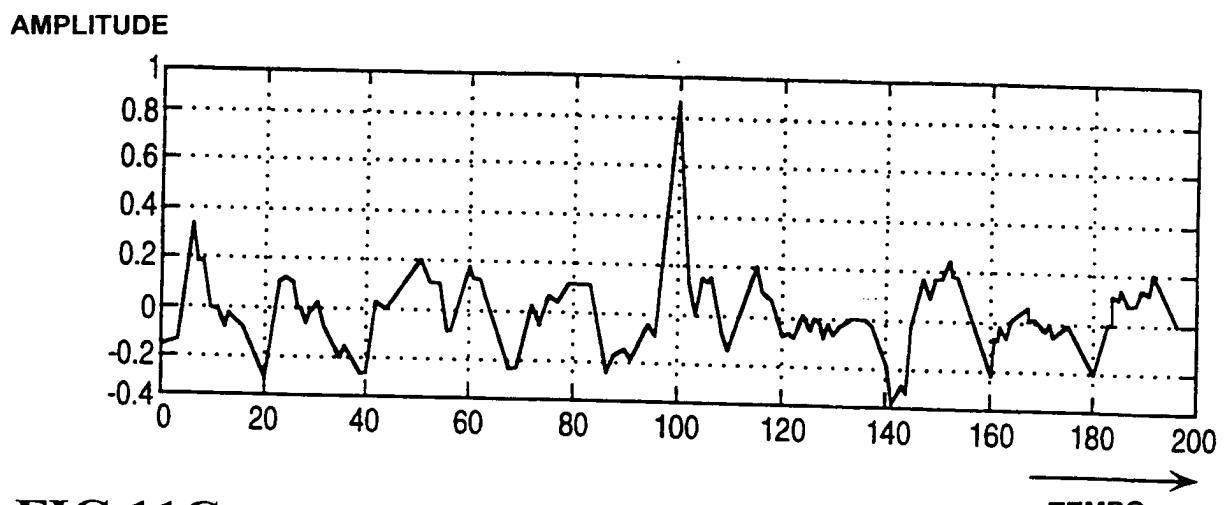


FIG.10D CORRELAÇÃO CRUZADA DE 10B E 10C

**FIG.11A** COMPONENTE REAL DE SINAL COM PN REMOVIDO**FIG.11B** SINAL DEMODULADO DIFERENCIALMENTE**FIG.11C** CORRELAÇÃO CRUZADA DE 11B COM 10C

RESUMO

"PROCESSO E APARELHO PARA MEDIÇÃO DE TEMPO RELACIONADO A MENSAGENS DE DADOS DE SATÉLITE PARA USO COM UM SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE,
5 RECEPTOR DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE, E, SISTEMA DE UM RECEPTOR DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE MÓVEL E UMA ESTAÇÃO BASE".

Um processo e aparelho para medição de tempo relacionado a mensagens de dados do satélite que são usadas com sistemas de posicionamento por satélite (SPS). Em um processo, uma primeira gravação de pelo menos uma parte de uma mensagem de dados de satélite é recebida em uma entidade, que é tipicamente uma estação base. A primeira gravação é comparada com uma segunda gravação da mensagem de dados do satélite, caracterizado pelo fato de que a primeira gravação e a segunda gravação se sobrepõem pelo menos parcialmente em tempo. Então um tempo é determinado a partir desta comparação, e este tempo indica quando a primeira gravação (ou a fonte da qual a primeira gravação foi obtida) foi recebida em uma entidade remota que é tipicamente um receptor SPS móvel. Vários outros processos da invenção são descritos e vários aparelhos da invenção 15 também são descritos. Os processos e aparelhos medem tempo do dia usando sinais SPS sem leitura das mensagens de dados do satélite que são transmitidos como dados dentro daqueles sinais. Os processos e aparelhos são adequados para situações nas quais o nível de sinal recebido é fraco 20 demais para permitir leitura das mensagens de dados do satélite.