



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0412083-3 B1



(22) Data do Depósito: 01/07/2004

(45) Data de Concessão: 02/04/2019

(54) Título: MÉTODO E SISTEMA PARA DETERMINAR UM TAMANHO DE UMA RODA EM UM TREM

(51) Int.Cl.: G05D 1/06.

(30) Prioridade Unionista: 01/07/2003 US 10/609.377.

(73) Titular(es): SIEMENS INDUSTRY, INC..

(72) Inventor(es): JAMES FRANCIS SHOCKLEY; HARRISON THOMAS HICKENLOOPER; MARK EDWARD KANE.

(86) Pedido PCT: PCT US2004020991 de 01/07/2004

(87) Publicação PCT: WO 2005/005222 de 20/01/2005

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/12/2005

(57) Resumo: "MÉTODO E SISTEMA PARA COMPENSAR DESGASTE DE RODA EM UM TREM". Um método e sistema para compensar desgaste de roda utilizam informações de posição e/ou velocidade de um sistema de posicionamento independente para medir uma certa distância percorrida pelo trem. Informações de rotação de roda também são coletadas através da distância. As informações de rotação da roda e/ou informações de distância e/ou velocidade são então utilizadas para determinar o tamanho das rodas do trem. O método é executado periodicamente para corrigir alterações em um tamanho de roda com o passar do tempo devido a desgaste de modo que as informações de rotação de roda possam ser utilizadas para determinar a posição e velocidade do trem no caso de falha de um sistema de posicionamento.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
**"MÉTODO E SISTEMA PARA DETERMINAR UM TAMANHO DE
UMA RODA EM UM TREM".**

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A invenção refere-se às ferrovias de um modo geral e mais particularmente a um método e um sistema para determinar o tamanho da roda para compensar o desgaste da roda.

DISCUSSÃO DOS ANTECEDENTES

[002] O controle de movimentação de trens em um ambiente moderno é um processo complexo. Colisões com outros trens devem ser evitadas e os regulamentos devem ser cumpridos em áreas, tais como, passagens de nível. A pressão para melhoria da performance dos sistemas ferroviários em termos de velocidade, confiabilidade e segurança tem levado a muitas propostas para automatização dos diversos aspectos da operação de um trem. Por exemplo, os sistemas de Controle Positivo de Trem (PTC) e Controle Automático de Trem (ATC) têm sido amplamente discutidos nos últimos anos.

[003] Alguns sistemas automatizados se baseiam em receptores de sistema de posicionamento global (GPS) para as indicações de velocidade e posição do trem (como usado aqui, "sistema de posicionamento global" e "GPS" referem-se a todas as variedades de receptores de sistema de posicionamento global, incluindo, mas não limitado a receptores de sistema de posicionamento global diferencial). Outros sistemas utilizam sistemas de navegação inercial (INSs) para determinar velocidade e localização. Entretanto, receptores de GPS e INSs, às vezes, falham e por esta razão é desejável contar com um sistema de apoio.

[004] Um método que pode ser usado em caso de falha no sistema de posicionamento é a medição da rotação do motor, rotação

do eixo ou roda para determinar a velocidade que um trem está se deslocando e/ou a distância que um trem percorreu. Cada vez que a roda completa um giro, a distância percorrida por ela é igual à sua circunferência na ausência de qualquer deslizamento. Então, se o raio R da roda é conhecido, a distância percorrida para cada giro da roda é igual a $2\pi R$. Entretanto, o raio de uma muda com o passar do tempo devido ao desgaste da roda. Por exemplo, uma roda padrão de trem pode diminuir de um tamanho de 101,6 cm (40 pol.) para 91,44 cm (36 pol.) durante sua vida útil. Portanto, a distância percorrida em cada giro da roda pode variar entre 3,19 m (125,7") e 2,87 m (113,1"), uma diferença de aproximadamente 0,32 m (12,6") ou 10%. Este erro é significativo.

[005] Tornam-se necessários, então, um método e um sistema que compensem o desgaste da roda.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[006] A presente invenção atende às necessidades previamente mencionadas de forma ampla, pela provisão de um método e um sistema para compensação do desgaste de roda, nos quais a informação de rotação da roda fornecida por um contador de giros ou um tacômetro mais as informações de posição e/ou velocidade obtidas através de um sistema de posicionamento independente, tal como GPS ou INS, são medidas em uma distância predeterminada e utilizadas para determinar o tamanho das rodas de um trem. Este processo é realizado periodicamente para compensar o desgaste da roda.

[007] Em um aspecto da invenção, o sistema inclui um banco de dados de mapa, e as informações de posição, fornecida por um sistema de posicionamento independente, são utilizadas como um índice para assegurar que o dado de rotação utilizado para a comparação de velocidade/posição entre o sistema de posicionamento

e o dado de rotação, seja obtido em uma área de trilho reto e plano, de modo a excluir erros nos dados de rotação causados por deslizamento e patinação da roda.

[008] Em outro aspecto da invenção, os dados usados para a comparação entre velocidades/distâncias indicadas pelo sistema de posicionamento e pelos dados de rotação são coletados através de uma longa distância para minimizar erros conhecidos no sistema de posicionamento. E ainda, em outro aspecto da invenção, a distância total percorrida é calculada utilizando-se técnicas de integração pela adição de uma pluralidade de diferenças lineares em sucessivas posições relatadas pelo sistema de posicionamento em curtos períodos de tempo. Esta técnica é particularmente vantajosa quando aplicada sobre trechos em curvas do trilho.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[009] Uma avaliação mais completa da invenção e várias características e vantagens da mesma serão prontamente obtidas, à medida que as mesmas são melhor entendidas, seguindo-se como referência a descrição detalhada a seguir, quando considerada com relação aos desenhos em anexo, em que:

[0010] A Figura 1 mostra o diagrama de blocos lógicos de um sistema de controle de trem, de acordo com uma modalidade da invenção.

[0011] A Figura 2 é um fluxograma mostrando uma técnica de compensação de desgaste de roda, de acordo com uma modalidade da invenção.

[0012] A Figura 3 mostra o diagrama de blocos lógicos de um sistema de distribuição do sinal de velocidade do trem, de acordo com outra modalidade da presente invenção.

[0013] As Figuras 4(a) e 4(b) são, respectivamente, desenhos esquemáticos de distância calculada por um método linear e um

método de integração, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[0014] A Figura 5 mostra um fluxograma de uma técnica de compensação de desgaste de roda empregando o método de integração da Figura 4(b), de acordo com uma modalidade da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

[0015] A presente invenção discorrerá sobre as modalidades preferidas dos sistemas de controle de trem. Detalhes específicos, tais como tamanhos de roda e tipos de sistemas de posicionamento são expostos para proporcionar um completo entendimento da presente invenção. As modalidades preferidas e os detalhes específicos aqui discutidos, não devem ser entendidos como limite da invenção.

[0016] Referindo-se agora aos desenhos, onde são designados por referências numéricas semelhantes ou partes equivalentes através de diversas vistas, a Figura 1 é o diagrama de blocos lógicos de um sistema de controle de trem 100, de acordo com a presente invenção. O sistema 100 inclui um módulo de controle 110, o qual tipicamente, mas não necessariamente, inclui um microprocessador. O módulo de controle 110 é conectado a um contador de giros 120. O contador de giros 120 mede a rotação de uma roda de locomotiva (não mostrada na Figura 1) em um trem. O contador de giros 120 pode ser de qualquer tipo, incluindo mecânico, magnético e óptico. O contador de giros 120 pode medir a rotação da roda diretamente, ou pode medir a rotação de um eixo no qual a roda é conectada, ou pode medir a rotação de um eixo de transmissão do motor ou engrenagem de acionamento da roda.

[0017] Também conectado ao módulo de controle 110 existe um sistema de posicionamento, tal como, um receptor de GPS 130. O receptor de GPS 130 pode ser de qualquer tipo, incluindo um receptor

de GPS diferencial. Outros tipos de sistemas de posicionamento, tais como sistemas de navegação inercial (INSs) e sistemas Loran, também podem ser usados. [Como utilizado aqui, o termo "sistema de posicionamento" refere-se à parte de um sistema de posicionamento que é comumente localizado em veículos, os quais podem ou não constituir o sistema completo. Então, por exemplo, com relação a um sistema de posicionamento global, o termo "sistema de posicionamento" como usado aqui, refere-se a um receptor de GPS e não inclui os satélites que são utilizados para transmitir informações ao receptor de GPS]. O receptor de GPS fornece informações de posição e velocidade para o módulo de controle 110.

[0018] O módulo de controle 110 usa a informação de posição, proveniente do receptor de GPS 130 como um índice para o banco de dados de mapa 140. O banco de dados de mapa 140 fornece informações, incluindo inclinação e curvatura do trilho, para o módulo de controle 110. Como será detalhada abaixo, esta informação é usada em algumas modalidades para assegurar que as informações de rotação provenientes do contador de giros não incluirão informação de rotação corrompida por deslizamento da roda e/ou erros devido à curvatura do trilho.

[0019] Referindo-se agora à Figura 2, um fluxograma 200 ilustra a operação de um método de correção de desgaste de roda, de acordo com uma modalidade da presente invenção. O módulo de controle 110 determina se as condições de trilho são aceitáveis na etapa 210. Em algumas modalidades, isto pode ser realizado pela obtenção da posição atual do receptor de GPS 130 e indexando o banco de dados de mapa 140 para determinar a inclinação e a curvatura do trilho em um comprimento predeterminado de trilho a ser percorrido, sobre o qual a informação de rotação será coletada.

[0020] O comprimento predeterminado do trilho deve,

preferivelmente, ter uma extensão suficiente, tal que, quaisquer erros introduzidos pela inexatidão do receptor do sistema de posicionamento global 130 sejam minimizados. Obviamente, é vantajoso utilizar comprimentos mais extensos quanto possível, pois os efeitos dos erros dos sistemas de posicionamento são decrescentes à medida que a extensão aumenta. Entretanto, há uma troca que deverá ser feita porque se o comprimento é muito grande, o tempo necessário para completar o algoritmo de correção da roda será também muito longo e/ou a proporção de curvatura e inclinação, na extensão de trilho sobre o qual o dado será obtido, impossibilita o processamento do algoritmo sobre a extensão excessiva do trilho no sistema. Em algumas modalidades, o comprimento predeterminado do trilho é de 100.000 metros. Em tais modalidades, com um sistema de posicionamento global apresentando um erro de posição da ordem de 30 metros, o erro total é igual a $(30+30) / 100.000 = 0,0006 = 0,06\%$.

[0021] Na modalidade descrita pela Figura 2, a determinação de que as condições de trilho são aceitáveis é feita no início do algoritmo. Em outras modalidades, o dado de rotação é somente coletado se o trem estiver trafegando acima de algumas condições mínimas. A razão por trás disto é que a maioria dos deslizamentos de roda ocorre a baixas velocidades, com as locomotivas tentando acelerar. A maioria das locomotivas utiliza motores de indução elétrica e a maioria dos motores elétricos utilizados em locomotivas têm curvas de torque, onde o torque diminui à medida que a velocidade aumenta tal que, não é possível para a locomotiva gerar torque suficiente para causar deslizamento de roda acima de certas velocidades. Em algumas modalidades, a velocidade mínima na qual o dado será coletado é de 24 km/h (15 mph), em outras modalidades, a velocidade mínima é 32 km/h (20 mph). E ainda em outras modalidades, a aceleração é monitorada para detectar o deslizamento da roda. Se uma aceleração

excede o limiar, a informação coletada é descartada e o processo completo é reiniciado.

[0022] Em outras modalidades, o sistema percebe as seções seguintes do trilho, e em que a inclinação ou a curvatura está acima do limiar correspondente, e não inclui aquelas distâncias e quaisquer informações de rotação correspondentes coletadas através daquelas distâncias nos cálculos. Tais modalidades são particularmente úteis para ferrovias nas quais seções de trilho longas, retas e niveladas não estão presentes em muitas áreas.

[0023] Se as condições de trilho não forem favoráveis na etapa 210, o sistema atrasa por um período de tempo na etapa 220 e repete a etapa 210 até que as condições de trilho estejam favoráveis. Quando as condições de trilho forem favoráveis na etapa 210, o módulo de controle 110 determina uma posição de partida do receptor de posicionamento global 130 na etapa 230 e conta as rotações medidas pelo contador de giros 120 na etapa 240. Quando o limiar (o qual pode ser um número de rotações e/ou um período de tempo) for alcançado na etapa 250, o módulo de controle 110 determina uma posição de parada do receptor de posicionamento global 130 na etapa 260. Em seguida, na etapa 270, o módulo de controle 130 calcula a distância D percorrida, baseada nas posições de partida e parada medidas nas etapas 230 e 260, respectivamente. Então, o módulo de controle 130 determina o raio R da roda na etapa 280 de acordo com a equação $R = D/2\pi Tr$, onde Tr é o número total de rotações contadas sobre a distância D. O módulo de controle 110 então atrasa, na etapa 290, por um período de tempo tal como um dia (não é necessário rodar o algoritmo frequentemente, pois as rodas do trem se desgastam lentamente).

[0024] Nas modalidades discutidas acima, é utilizada uma distância predeterminada. Deve ser observado que a distância

predeterminada variará dependendo da exatidão do sistema de posicionamento utilizado e do meio ambiente particular onde a invenção é usada. Nas modalidades precedentes, o dado não é coletado quando o sistema determina que as condições de trilho não são favoráveis. Entretanto, em casos onde a curvatura excede o limiar, é também possível permitir que ocorra a coleta de dados e correção de dados para a curvatura. Em outra modalidade da invenção, uma técnica de integração é utilizada para corrigir a curvatura do trilho. Nesta técnica, a distância total percorrida é determinada pela adição das diferenças lineares entre as posições relatadas pelo sistema de posicionamento em uma pluralidade de curtos intervalos. Desta maneira, a soma das distâncias lineares muito se aproxima da real "distância do trilho" (a real distância percorrida pelo trem sobre o trilho). Considere os exemplos mostrados nas Figuras 4(a) e 4(b), as quais ilustram uma seção de trilho 400 entre dois pontos A e B. Na Figura 4(a), uma distância linear D_0 entre os pontos A e B é ilustrada. Esta distância D_0 é obviamente menor que a real distância do trilho entre os pontos A e B. Na Figura 4(b), várias distâncias lineares D_{1-9} entre uma pluralidade de pontos intermediários I_{0-9} são calculados. A soma destas distâncias lineares D_{1-9} é uma aproximação muito estreita da distância do trilho entre os pontos A e B. Como a distância entre os pontos intermediários I_{0-9} diminui, a aproximação da real distância do trilho torna-se mais exata.

[0025] A Figura 5 ilustra o fluxograma 500 das etapas executadas pelo módulo de controle 110 em uma modalidade empregando esta técnica de integração. O contador de giros 120 é reajustado em zero na etapa 502 (em outras modalidades, o contador de giros é simplesmente lido na etapa 502). A posição é então obtida pelo sistema de posicionamento 130 na etapa 504 e temporariamente armazenada como a última posição na etapa 506. O módulo de

controle 110 então atrasa por um período de tempo na etapa 508. Como discutido acima, quanto mais curto for o período, mais exata será a aproximação. Nas modalidades preferidas, o período é de um segundo.

[0026] Após o atraso na etapa 508, o módulo de controle 110 obtém novamente a posição atual na etapa 510. Depois, a diferença linear entre a posição atual e a última posição armazenada temporariamente é calculada na etapa 512 e a diferença é adicionada à distância total na etapa 514.

[0027] Se a distância total não exceder o limiar na etapa 516, as etapas 506 e seguintes são repetidas. Como discutido acima, a seleção do limiar envolve uma troca. Novamente, um limiar de 100.000 metros é utilizado em algumas modalidades.

[0028] Se o limiar for excedido na etapa 516, o contador de giros é lido na etapa 518. A circunferência da roda é então calculada pela divisão da distância total pelo número de giros do contador de giros 120.

[0029] Na modalidade descrita acima, os períodos de tempo, durante os quais a distância total foi percorrida, eram contíguos, tal que, um período começava assim que o período anterior terminava. Isto simplificou o método pela eliminação da necessidade de leitura do contador de giros no começo e no final de cada período. Aqueles com conhecimento nesta arte reconhecerão que isto não é necessário que os períodos sejam contíguos e que esta invenção pode também ser praticada através da utilização de uma pluralidade de períodos não contíguos e a leitura do contador de giros no início e no final de cada período (ou, alternativamente, reajustando o contador de giros no início de cada período).

[0030] Nas modalidades precedentes, são usadas entradas de dados posicionais a partir do sistema de posicionamento; entretanto,

fica facilmente visível que a velocidade também poderá ser usada. Por exemplo, se a velocidade atual S do trem é conhecida a partir do sistema de posicionamento, então o tamanho da roda pode ser determinado de acordo com a equação $S = DF_r = 2\pi RF_r$, onde D é a distância percorrida em cada rotação, F_r é a frequência de rotação da roda e R é o raio da roda. Na prática, a velocidade do sistema de posicionamento pode ser lida um número de vezes e o tamanho da roda correspondente a cada leitura pode ser obtido pela média. Deve ser observado que o uso da velocidade ao invés das informações de posição, permite que o tamanho da roda seja determinado mais rapidamente do que pela utilização da informação de posição e é, portanto, preferível quando o tamanho da roda é necessário mais rapidamente (tal como quando um erro grosseiro tenha sido detectado). Entretanto, o uso da informação de posição, especialmente através de uma longa distância, resultará em uma maior exatidão. Consequentemente, em algumas modalidades, a velocidade é usada para gerar rapidamente uma estimativa inicial e a posição é usada para gerar uma melhor estimativa em um tempo posterior.

[0031] Além disso, enquanto a inclinação e a curvatura do trilho foram determinadas através de referências do banco de dados de mapa nas modalidades discutidas acima, será facilmente reconhecido por aqueles com conhecimento nesta arte, que a curvatura e a inclinação podem ser determinadas a partir de informações de altitude e direção fornecidas pelo sistema de posicionamento global. Por exemplo, a curvatura do trilho pode ser determinada registrando-se a posição do trem, como relatado pelo sistema de posicionamento, por várias vezes durante o período no qual os dados são coletados. Estas informações de posição podem ser usadas para construir o perfil da curvatura de tal modo, que o total de curvatura possa ser determinado

após a coleta dos dados. Se a curvatura for maior que o limiar, os dados podem ser ignorados, ou em algumas modalidades, poderão ser corrigidos para a curvatura utilizando-se a técnica de integração discutida aqui. As mesmas técnicas podem ser usadas para construir o perfil da inclinação.

[0032] Deve também ser observado que a invenção pode ser incorporada em vários tipos de sistemas de controle de trem, incluindo os sistemas PTC e ATC já mencionados, bem como, em muitos outros.

[0033] Em uma outra modalidade da invenção, o método de compensação de desgaste da roda é incorporado a um sistema de distribuição/conversão de sinal com sensor de giro de roda, tal como o sistema QUIP™ fabricado pela cessionária da presente invenção, Quantum Engineering. Podem existir diversos sistemas a bordo de um trem que fornecem um sinal representativo de rotação de roda e usam este sinal para calcular a velocidade. Por exemplo, muitas locomotivas que tiveram seu sistema de controle de trem retrofitados, também são equipadas com um painel indicativo de velocidade, em separado. Tais sistemas, tipicamente, necessitam que o maquinista ou pessoal de manutenção meçam o diâmetro da roda do trem na qual o sensor de roda é afixado e ajustem os interruptores DIP, ou de outro modo, configurem os dispositivos para a indicação do tamanho da roda. Devido às mudanças no tamanho da roda, ao longo do tempo, como discutido acima, estes outros dispositivos devem ser reconfigurados em alguma base periódica, aumentando com isso, os custos de mão de obra.

[0034] Como pode haver vários sistemas que necessitem do sinal do sensor de roda, que juntos constituem uma carga elétrica superior àquela que o sensor de roda é capaz de suportar, e como, alguns destes sistemas necessitam de um sinal de entrada de uma forma

diferente daquela suprida pelo sensor de roda, sistemas de distribuição/conversão de sinal, tais como, o já mencionado sistema de distribuição/conversão QUIP™ foram idealizados. Uma substancial economia poderia ser obtida pela modificação destes sistemas de distribuição/conversão, para a saída de um sinal modificado representativo de sinal do sensor de roda, que seria gerado por uma roda em um tamanho fixo. Então, por exemplo, se o sistema de distribuição/conversão expedir um sinal modificado de sensor de roda que seja representativo de uma roda de 101,6 cm (40 pol.), cada um dos outros sistemas que usam o sinal de sensor de roda podem ser configurados, uma só vez, para uma roda de 101,6 cm (40 pol.) e depois disso não necessitariam mais serem periodicamente reconfigurados.

[0035] Um sistema de distribuição/conversão 300 é ilustrado na Figura 3. O sistema inclui uma unidade de controle 110 conectada a um sensor de giro de roda 320. Em algumas modalidades, o sensor de roda 320 produz uma onda quadrada, que a cada borda de subida representa um giro da roda. Então, o tempo entre bordas avançadas representa o tempo tomado por um giro completo da roda. Será facilmente entendido que o sinal transmitido pelo sensor de rotação 320 poderá ser de várias formas, analógico ou digital, e que a forma particular do sinal não é importante. Também conectado à unidade de controle 110 está um receptor de GPS 130 e um banco de dados de mapa 140. A unidade de controle 110 é configurada para determinar o tamanho da roda usando o método descrito na Figura 2 ou um dos outros métodos aqui descritos. A unidade de controle 110 determina a velocidade do trem, a qual pode ser obtida do receptor de GPS 130 ou pode ser determinada com o conhecimento do tamanho da roda previamente definido. Usando a velocidade real do trem, a unidade de controle 110 então, determina os parâmetros necessários para um

sinal que seria o representativo de um sinal que seria gerado pelo sensor de rotação da roda 320, com a roda tendo seu tamanho predeterminado para, tal como, 101,6 cm (40"). Por exemplo, onde o sensor de roda gerar um sinal de onda quadrada como discutido acima, o período da onda quadrada quando o trem estiver trafegando a 48 km/h (30 mph) equivale a uma distância percorrida por um giro, $2\pi \cdot 50,80\text{cm}$ ($2\pi \cdot 20$ pol.), dividido pela velocidade do trem, 48 km/h (30 mph) ou 13,41m/segundo (528 pol./seg.), o que é igual a $319.02/1341$ ($125,7/528$) = 0.238 segundo. Este período de 0,238 segundo é fornecido pela unidade de controle 110 para o gerador de sinal 180, o qual gera uma onda quadrada, do tipo discutido acima, com um período de 0,238 segundo. O sinal produzido pelo gerador de sinal é então fornecido a outros sistemas A, B e C 191-193. Devido ao sinal de saída pelo gerador de sinal 180 ser sempre representativo de uma roda de 101,6cm (40 pol.), não é necessário reconfigurar os outros sistemas 191-193, uma vez que eles já foram configurados para uma roda de 101,6 cm (40 pol.), resultando em substancial redução de custos da mão de obra associada a estas operações.

[0036] Na modalidade discutida acima, a velocidade é determinada como parte do processo de definição dos parâmetros do sinal a serem gerados pelo gerador de sinal 180. Será facilmente visível, àqueles com habilidade na arte, que os parâmetros podem ser determinados sem realmente calcular a velocidade. Por exemplo, uma vez que o tamanho da roda é determinado usando o método da Figura 2, este tamanho de roda pode ser usado para estabelecer a razão de tamanho de roda predeterminado para o tamanho de roda real. Portanto, se o tamanho predeterminado de roda é 101,6 cm (40 pol.), e o tamanho real da roda é 91,44 cm (36 pol.), a razão seria $101,6/91,44$ (40 pol./36 pol.). A unidade de controle pode então medir o período da onda quadrada e multiplicar o período pela razão, para

determinar o período do sinal que seria gerado pelo sensor de roda 320 como se a roda tivesse realmente 101,6 cm (40 pol.) e informar este período para o gerador de sinal 180 para a produção do sinal.

[0037] Como discutido acima, é possível gerar um sinal para outros dispositivos sem a utilização do sinal vindo do sensor de roda 320. Isto é, a velocidade pode ser determinada a partir do sistema de posicionamento (ex: receptor de GPS 130), e os parâmetros do sinal desejado podem ser enviados ao gerador de sinal, de modo que um sinal possa ser gerado e distribuído para outros sistemas, tudo sem o sensor de rotação de roda 320 existente. Isto permite ao sistema servir como um apoio em situações de falha do sensor de roda. Permite também que o sensor de roda seja substituído, mas, tal sistema, tem a desvantagem de não fornecer um sinal correto quando o sistema de GPS não estiver operacional.

[0038] Obviamente, numerosas modificações e variações da presente invenção são possíveis à luz dos ensinamentos acima. Deve, portanto, ser entendido que dentro do escopo das reivindicações anexas, a invenção pode ser aplicada de maneira diversa daquela, especificadamente, descrita aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinar um tamanho de uma roda em um trem, compreendendo as etapas de,

determinar uma distância linear percorrida por um trem durante um período de tempo calculando uma diferença em posições reportadas por um sistema de posicionamento independente (130) localizado no trem em um início do período e um término do período;

repetir a etapa de determinação uma pluralidade de vezes;

somar a distância linear de cada uma das etapas de determinação para formar uma distância total;

caracterizado por,

excluir da distância total partes que correspondem a uma seção de trilho que apresente um grau que exceda um limite de grau; e

calcular o tamanho da roda com base na distância total e um número total de giros de roda que ocorre durante cada uma das etapas de determinação.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as etapas de determinação são executadas sucessivamente sem separação entre cada período.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as etapas de determinação são executadas com uma separação entre pelo menos dois períodos sucessivos para os quais uma diferença é calculada na etapa de determinação.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de posicionamento independente (130) é um sistema de posicionamento global, tal como GPS, INS ou Loran.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado adicionalmente por compreender a etapa de obter o grau de uma base de dados de trilho utilizando uma posição do sistema de

posicionamento independente (130) como um índice.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o período é um segundo.

7. Sistema para determinar um tamanho de uma roda de trem, compreendendo:

uma unidade de controle (110);

um sistema de posicionamento independente (130) em comunicação com a unidade de controle (110), o sistema de posicionamento independente (130) sendo configurado para fornecer à unidade de controle (110) informações de posicionamento pertinentes ao trem; e

um contador de giros (120) conectado à unidade de controle (110), o contador de giros sendo configurado para medir a rotação de uma roda de trem;

a unidade de controle (110) sendo configurada para executar as etapas de:

determinar uma distância linear percorrida por um trem durante um período de tempo calculando uma diferença em posições reportadas pelo sistema de posicionamento independente (130) em um início do período e no término do período;

repetir a etapa de determinação uma pluralidade de vezes;

somar a distância linear de cada uma das etapas de determinação para formar uma distância total;

caracterizado por,

excluir da distância total partes que correspondem a uma seção de trilho (400) que apresente um grau que exceda um limite de grau; e

calcular o tamanho da roda com base na distância total e um número total de giros de roda que ocorre durante cada uma das etapas de determinação.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que as etapas de determinação são executadas sucessivamente sem separação entre cada período.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que as etapas de determinação são executadas com uma separação entre pelo menos dois períodos sucessivos para os quais uma diferença é calculada na etapa de determinação.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o sistema de posicionamento independente (130) é um sistema de posicionamento global, tal como GPS, INS ou Loran.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado adicionalmente por compreender a etapa de obter o grau de uma base de dados de trilho utilizando uma posição do sistema de posicionamento independente (130) como um índice.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o período é um segundo.

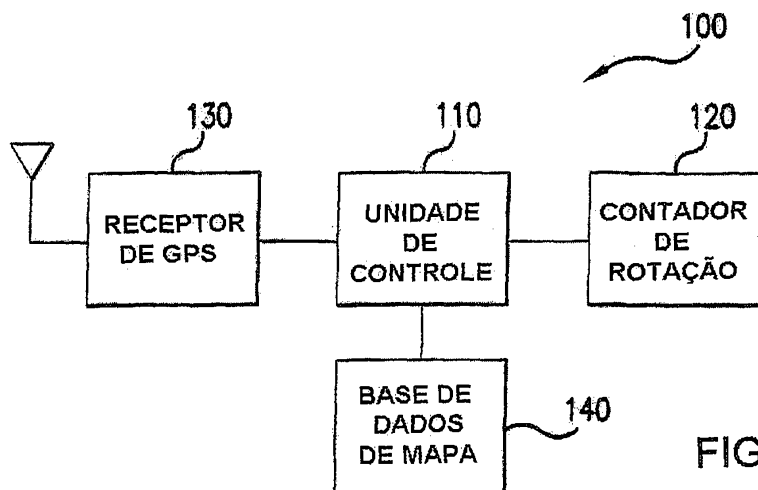


FIGURA 1

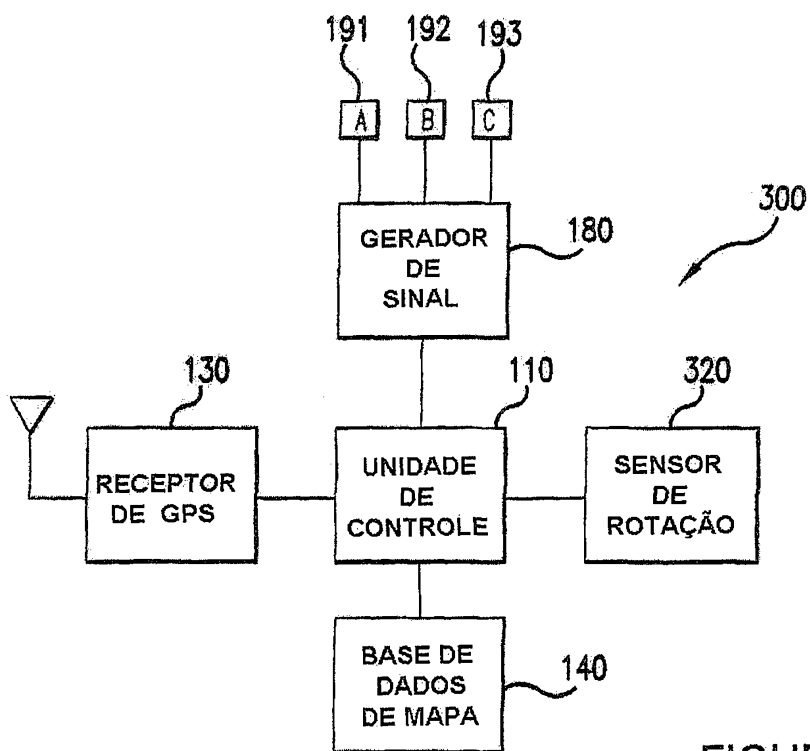


FIGURA 3

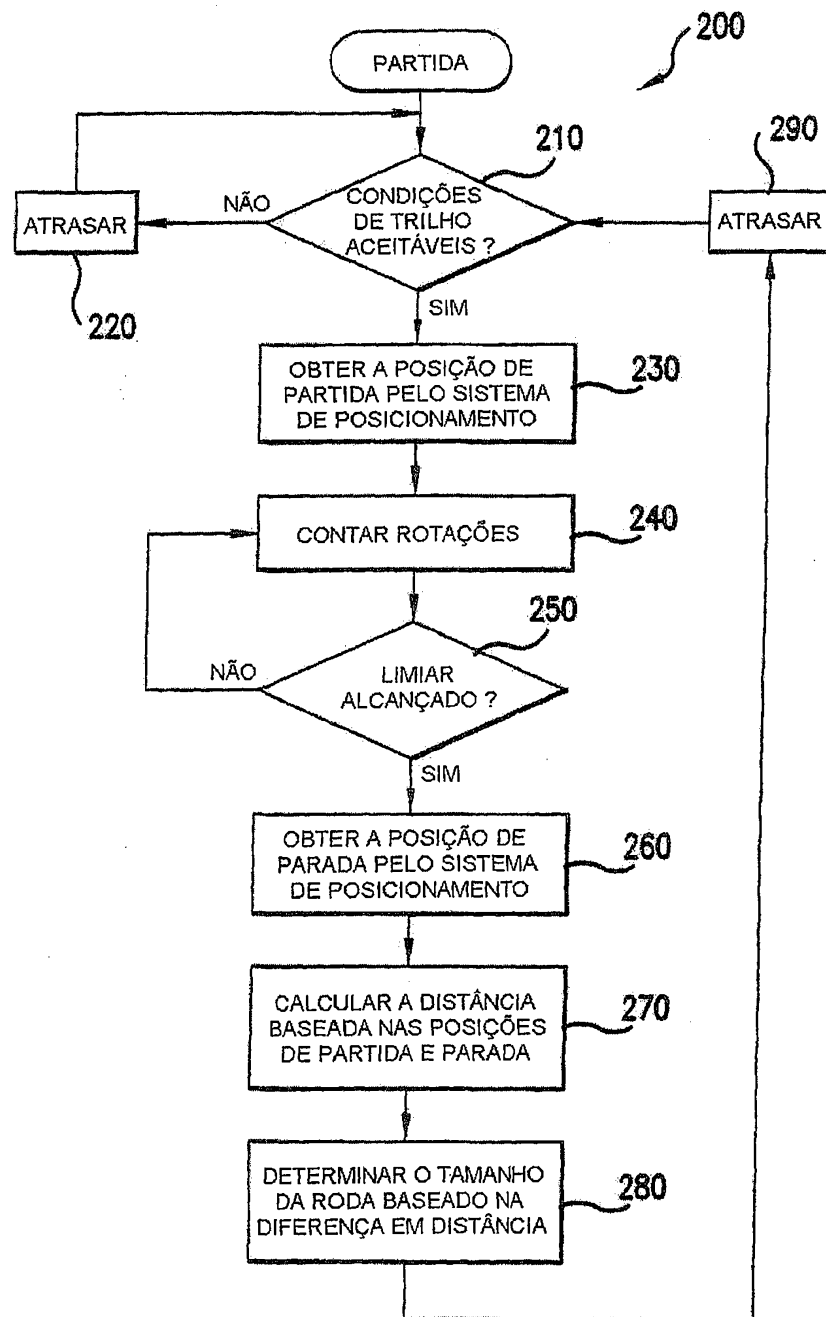


FIGURA 2

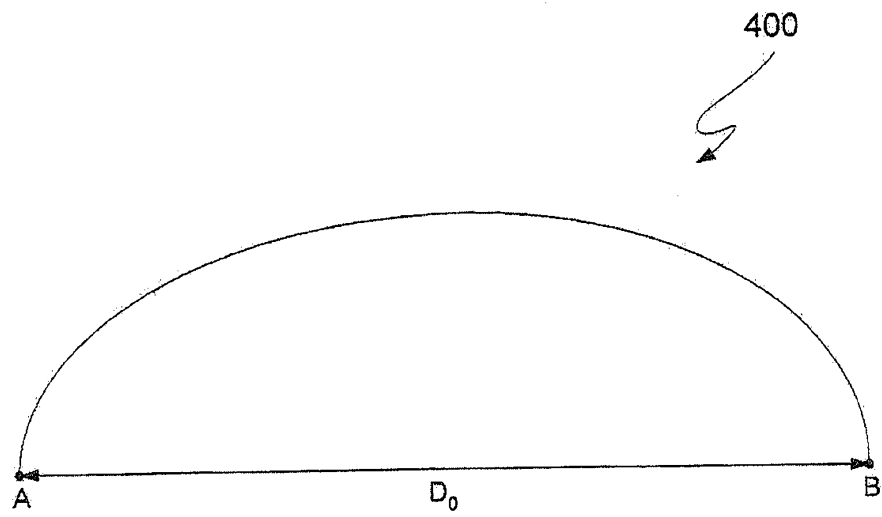


FIGURA 4(a)

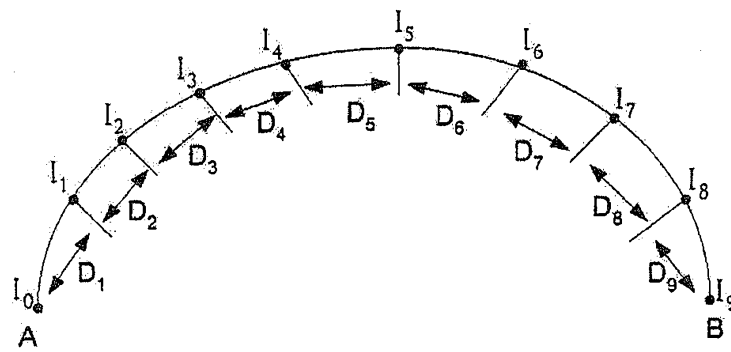


FIGURA 4(b)

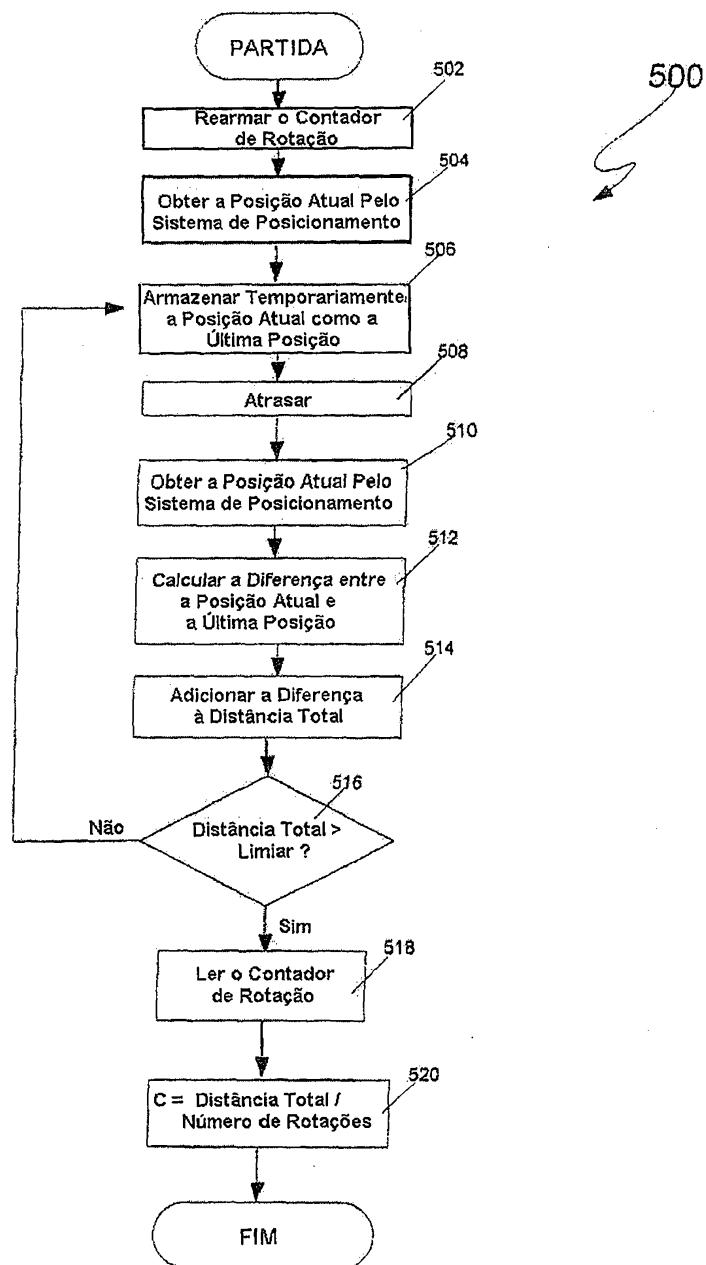


FIGURA 5