

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

(21) **PI0708678-4 A2**

(22) Data de Depósito: 07/03/2007
(43) Data da Publicação: 21/06/2011
(RPI 2111)



(51) *Int.Cl.:*
H04N 7/18 2006.01
H04N 9/47 2006.01

(54) Título: **SISTEMAS E MÉTODOS PARA OBTER MEDIÇÕES MAIS EXATAS DE COMPONENTES DE MATERIAL RODANTE MÓVEL**

(30) Prioridade Unionista: 07/03/2006 US 11/370.015

(73) Titular(es): Lynxrail Corporation

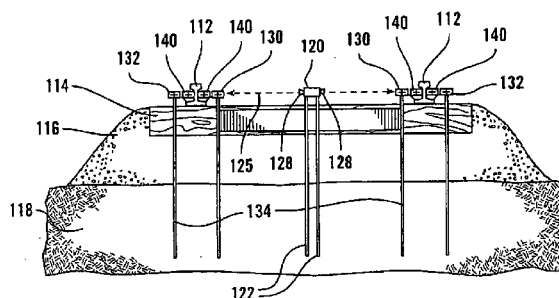
(72) Inventor(es): Krzysztof Kilian, Vladimir Mazur

(74) Procurador(es): Nellie Anne Daniel-Shores

(86) Pedido Internacional: PCT US2007063499 de 07/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO WO2007/103976de
13/09/2007

(57) **Resumo:** SISTEMAS E MÉTODOS PARA OBTER MEDIÇÕES MAIS EXATAS DE COMPONENTES DE MATERIAL RODANTE MÓVEL São divulgados marcadores de referência que são anexados nos trilhos e/ou em outros componentes dinamicamente móveis de linhas férreas e/ou localizados em posições fixas e estacionárias adjacentes à linha. Quando imagens do material rodante de ferrovia são obtidas, o(s) marcador(s) de referência aparece(m) na imagem. Dessa maneira, medições dos vários aspectos e parâmetros dos vários componentes do material rodante de ferrovia podem ser obtidas com alta precisão e/ou exatidão em relação ao componente da linha férrea no qual o marcador de referência está anexado e/ou em relação à posição estacionária. Os marcadores de referência permitem que uma ou mais imagens, obtidas em algum intervalo de tempo interveniente, sejam alinhadas de forma exata e precisa em relação ao(s) marcador(s) de referência, independente do movimento dinâmico do(s) componente(s) da linha férrea e/ou do material rodante que ocorreu à medida que as imagens eram capturadas. Os marcadores de referência podem incluir marcas distintivas ativas, térmicas ou ainda outras marcas distintivas. As marcas distintivas têm dimensões conhecidas e/ou distâncias conhecidas a partir de um dispositivo de captura de imagem.



"SISTEMAS E MÉTODOS PARA OBTER MEDIÇÕES MAIS EXATAS DE COMPONENTES DE MATERIAL RODANTE MÓVEL"

CAMPO TÉCNICO

5 Esta invenção diz respeito à obtenção de medições mais exatas do material rodante de uma estrada de ferro.

TECNOLOGIA RELACIONADA

10 O material rodante de uma estrada de ferro, tais como vagões fechados, vagões-plataformas, vagões-tanques, vagões-tremônhas, gôndolas, transportadoras intermodais para reboques de semi-tratores e/ou contêineres, vagões de passageiros e congêneres, é sujeito a desgaste, fadiga e congêneres. Isto é especialmente verdade para as rodas e vagões de tal material rodante. Dessa maneira, tipicamente, é necessário ou desejável inspecionar tal material rodante e, especialmente, os vagões e rodas de tal material rodante, quando necessário, para garantir que o material rodante permaneça seguro para uso e que provavelmente não sofra uma paralisação no intervalo entre a inspeção atual e a próxima
15 inspeção daquela parte do material rodante.

Tradicionalmente, tais inspeções eram realizadas manualmente. Não somente tal inspeção manual era demorada e onerosa, mas era difícil garantir que uma dada parte do material rodante fosse inspecionada em uma programação de horários razoável.

20 Dessa maneira, como apresentado nas patentes US 6.911.914, 6.909.514, 6.872.945, 6.823.242, 6.768.551, 5.793.492, 5.677.533, 5.596.203, 5.448.072, 5.247.338, 3.253.140 e 3.206.596, cada uma das quais é aqui incorporada pela referência pelos seus preceitos, durante os últimos trinta anos, vários sistemas e métodos foram desenvolvidos para inspecionar automaticamente vários aspectos e parâmetros de material rodante em ferrovia, tais como temperatura de roda e de mancal de estrada de ferro, superfícies quentes
25 do vagão, perfis de roda e congêneres. Convencionalmente, tais sistemas e métodos usavam sensores passivos que geram um sinal unidimensional que varia em função do tempo à medida que a parte do material rodante passa pelo sensor. Para fornecer informação dimensional adicional, múltiplos sensores podem ser arranjados tanto ao longo do trilho da ferrovia quanto perpendiculares em relação a ele. Mais recentemente, sistemas com base
30 em recursos óticos que geram imagens bidimensionais dos vários componentes do material rodante em ferrovia, tais como rodas, conjuntos de vagões, caixas de vagão do material rodante e congêneres, foram usados para inspecionar tal material rodante.

SUMÁRIO DAS MODALIDADES DIVULGADAS

35 Tais sistemas e métodos para inspecionar automaticamente vários aspectos do material rodante em ferrovia são vantajosos por inúmeros motivos. Estes motivos incluem permitir que as estações de inspeção fiquem localizadas em pontos em que é provável que a maior parte do material rodante seja inspecionada em intervalos razoáveis, tais como as

entradas ou saídas de pátios de triagem, sem ter que envolver pessoal da estrada de ferro na inspeção real. Além do mais, tais sistemas e métodos são projetados para inspecionar o material rodante em andamento. Isto é, a inspeção ocorre enquanto o material rodante move-se em sua velocidade normal de deslocamento para além da estação de inspeção. Ao contrário, tipicamente, inspeções manuais exigem que o material rodante seja interrompido para permitir que o pessoal da ferrovia acesse os vários componentes para tomar as medidas. O material rodante podendo mover-se através da estação de inspeção, a inspeção pode ocorrer sem, de outra forma, afetar negativamente a programação de horários de um trem em particular, reduzindo assim os custos de inspeção e atrasos desnecessários no transporte de bens ao longo da ferrovia.

Entretanto, uma desvantagem de inspecionar material rodante de ferrovia em andamento é a perda de exatidão que ocorre durante a tomada de tais medidas do material rodante de ferrovia em movimento. Isto é, à medida que o material rodante de ferrovia move-se ao longo das linhas férreas, especialmente em altas velocidades, os trilhos e componentes do material rodante movem-se em caminhos muito complexos. Por exemplo, os pesos do material rodante de ferrovia, que inclui tanto locomotivas quanto vagões de carga de vários tipos e os próprios vagões de passageiros, variam consideravelmente. Adicionalmente, as distribuições de peso das cargas no material rodante de ferrovia podem variar consideravelmente mesmo em um tipo de material rodante. Em decorrência disto, os trilhos defletem em relação a um ponto fixo no solo de maneiras imprevisíveis, em taxas imprevisíveis, em distâncias imprevisíveis com base em qual tipo de material rodante está passando por aquele ponto e em como aquele material rodante está carregado. Similarmente, as rodas dos vagões do material rodante de ferrovia movem-se dinamicamente em relação aos trilhos de maneiras muito complexas. Adicionalmente, toda a parte do material rodante, tipicamente, oscila e, de outra forma, move-se dinamicamente em relação aos vagões e/ou aos trilhos à medida que o material rodante move-se ao longo da linha férrea.

Em virtude de, tipicamente, todos estes efeitos e movimentos dos pesos ocorrerem simultaneamente e, assim, serem sobrepostos entre si, fica difícil, se não impossível, saber a posição precisa do trilho em reação ao solo, à roda ou à caixa do vagão, a posição da rota em relação ao trilho, ao solo ou à caixa do vagão, ou a caixa do vagão em relação à roda, ao trilho ou ao solo usando sistemas e métodos convencionais. Assim, muitos dos sistemas e métodos convencionais para determinar ou medir parâmetros de material rodante, tais como aqueles expostos, devem aceitar limitações na exatidão e/ou precisão das medições que podem ser feitas.

Os inventores descobriram que, especialmente quando se trabalha com imagens bidimensionais dos vários componentes do material rodante de ferrovia, tais limites na exatidão e/ou precisão limitam a utilidade das imagens obtidas.

Esta invenção fornece sistemas e métodos para aumentar a exatidão das medidas dos parâmetros obtidos de imagens bidimensionais dos componentes de material rodante.

Esta invenção fornece separadamente sistemas e métodos para obter medições espaciais mais exatas e/ou precisas dos componentes do material rodante.

5 Esta invenção fornece separadamente marcadores de referência para parâmetros não espaciais dos componentes de material rodante.

Esta invenção fornece separadamente sistemas e métodos para compensar e/ou considerar movimentos relativos desconhecidos entre componentes do material rodante e/ou componentes da linha férrea entre duas imagens.

10 Esta invenção fornece separadamente sistemas e métodos para obter duas ou mais imagens que contêm elementos com relacionamentos espaciais conhecidos.

Esta invenção fornece separadamente sistemas e métodos para obter imagens bidimensionais do material rodante de ferrovia com elementos que indicam posições relativas ou absolutas dos objetos nas imagens.

15 Esta invenção fornece separadamente sistemas e métodos para alinhar duas ou mais imagens bidimensionais do mesmo componente do material rodante.

Esta invenção fornece separadamente marcadores de referência para localizar trilho e/ou componentes do material rodante em imagens bidimensionais de tais trilhos e/ou componentes do material rodante.

20 Esta invenção fornece separadamente marcadores de referência anexados nos trilhos da linha férrea usados para localizar objetos em uma imagem em alta precisão e/ou exatidão.

Esta invenção fornece separadamente marcadores de referência que permitem que objetos nas imagens bidimensionais dos componentes da ferrovia e/ou dos componentes do material rodante de ferrovia sejam localizados em alta precisão e/ou exatidão em relação a um ponto fixo no solo.

25 Esta invenção fornece separadamente marcadores de referência para parâmetros espaciais ou não espaciais.

Esta invenção fornece separadamente marcadores de referência para medir parâmetros térmicos dos componentes do material rodante.

30 Esta invenção fornece separadamente sistemas e métodos para obter medições mais exatas e/ou precisas dos parâmetros não espaciais dos componentes do material rodante.

Esta invenção fornece separadamente sistemas e métodos para obter medições tanto mais exatas quanto mais precisas de parâmetros tanto espaciais quanto não espaciais dos componentes do material rodante.

Esta invenção fornece separadamente um único marcador de referência que é usa-

do para obter medições mais exatas e/ou precisas de parâmetros tanto espaciais quanto não espaciais.

Nas várias modalidades exemplares, marcadores de referência de acordo com esta invenção podem ser anexados em trilhos e/ou em outros componentes dinamicamente móveis das linhas férreas. Nas várias modalidades exemplares, quando imagens do material rodante de ferrovia são obtidas de maneira tal que o(s) marcador(s) de referência apareça(s) na imagem, medições dos vários aspectos e parâmetros dos vários componentes do material rodante de ferrovia podem ser obtidas em alta precisão e/ou exatidão em relação ao componente da linha férrea no qual o marcador de referência está anexado. Igualmente, em várias modalidades exemplares, tais marcadores de referência permitem que duas tais imagens, obtidas em algum intervalo de tempo, sejam alinhadas exata e precisamente em relação ao(s) marcador(s) de referência, independente do movimento dinâmico do componente da linha férrea que ocorreu no momento em que as imagens foram capturadas.

Em várias modalidades exemplares dos marcadores de referência de acordo com esta invenção, um marcador de referência, incluindo dois ou mais marcadores de referência ligados, pode ser anexado em uma estrutura relativamente estacionária, tal como sendo fortificado no solo. Em várias modalidades exemplares, o(s) marcador(s) de referência(s) estacionário(s) permite(s) que imagens que contêm o marcador de referência a ser analisado identifiquem parâmetros e outros aspectos do material rodante de ferrovia em alta exatidão e/ou precisão em relação ao marcador fixo.

Em várias modalidades exemplares dos marcadores de referência de acordo com esta invenção, os marcadores de referência incluem marcas distintivas óticas. As marcas distintivas óticas permitem que medições exatas e/ou precisas sejam tomadas em relação a pontos conhecidos no marcador de referência. Em várias modalidades exemplares, os marcadores de referência permitem que duas imagens que contêm, cada qual, pelo menos um marcador de referência comum sejam alinhadas em relação ao marcador de referência nas duas imagens. Nas várias modalidades exemplares, os próprios marcadores de referência e/ou marcas distintivas têm dimensões conhecidas e/ou têm distâncias conhecidas a partir de um dispositivo de captura de imagem. Isto permite que os próprios marcadores de referência e/ou as marcas distintivas ajam como escalas nas imagens que permitem que as dimensões dos vários componentes, recursos e/ou congêneres sejam determinadas com alta exatidão e/ou precisão.

Em várias modalidades exemplares dos sistemas e métodos de acordo com esta invenção, uma imagem que contém um ou mais marcadores de referência é obtida. A imagem pode ser analisada para identificar objetos de interesse na imagem e para localizar as posições do um ou mais marcadores de referência e/ou as posições das uma ou mais marcas distintivas portadas pelos marcadores de referência. Uma vez que os marcadores de

referência e/ou as marcas distintivas forem localizados, nas várias modalidades exemplares, a imagem obtida pode ser comparada ou sobreposta com outras imagens que contêm os marcadores de referência e/ou as marcas distintivas para permitir que parâmetros interimagens sejam determinados para comparar valores de parâmetro entre as duas imagens ou
5 congêneres. Nas várias modalidades exemplares, a distância e/ou a posição relativa dos objetos de interesse podem ser determinadas em relação ao um ou mais marcadores de referência e/ou marcas distintivas.

Nas várias modalidades exemplares, as marcas distintivas podem indicar informação não espacial além da informação espacial ou em seu lugar. Tal informação não espacial
10 pode incluir uma temperatura de referência. Em várias modalidades exemplares, os marcadores de referência e/ou marcas distintivas podem fornecer pontos de referência de local espacial. Em várias outras modalidades exemplares, os marcadores de referência podem fornecer valores de temperatura de referência e/ou outra informação de referência não espacial além dos valores de posição de referência ou em seu lugar.

Estes e outros recursos e vantagens das várias modalidades exemplares dos sistemas, métodos e dispositivos de acordo com esta invenção são descritos na seguinte descrição detalhada das várias modalidades exemplares dos sistemas, métodos e dispositivos de acordo com esta invenção, ou ficam aparentes a partir dela.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

Várias modalidades exemplares dos sistemas, métodos e dispositivos de acordo com esta invenção serão descritos com detalhes em relação às seguintes figuras, em que:

a figura 1 é uma vista de topo de uma modalidade exemplar de uma seção de uma linha férrea com inúmeros marcadores de referência localizados nos vários componentes da linha férrea ou em relação a eles;

a figura 2 é uma vista seccional transversal lateral ao longo da linha de referência 2-2 mostrada na figura 1;

a figura 3 é uma vista seccional transversal da seção de linha férrea mostrada na figura 1 tomada ao longo da linha 3-3 mostrada na figura 1 que mostra uma primeira modalidade exemplar do dispositivo de captura de imagem;

a figura 4 é uma vista seccional transversal correspondente à figura 3 que mostra uma segunda modalidade exemplar do dispositivo de captura de imagem;

a figura 5 é uma vista seccional transversal de uma outra parte da linha férrea mostrada na figura 1 tomada ao longo da linha 5-5 mostrada na figura 1 que mostra uma primeira modalidade exemplar dos marcadores de referência;

a figura 6 é uma vista seccional transversal correspondente à figura 5 que mostra uma segunda modalidade exemplar dos marcadores de referência;

a figura 7 é uma vista seccional transversal da seção da linha férrea mostrada na fi-

gura 1 tomada ao longo da linha 5-5 à medida que uma roda de uma parte do material rodante da ferrovia passa pelos marcadores de referência;

a figura 8 ilustra imprecisões que podem ocorrer entre duas imagens de duas rodas tomadas em diferentes momentos quando nenhum marcador de referência está presente;

5 a figura 9 ilustra duas diferentes imagens de duas diferentes rodas tomadas em dois diferentes momentos usando a primeira modalidade exemplar dos marcadores de referência mostrados na figura 5, em que as imagens também incluem os marcadores de referência de acordo com esta invenção;

10 a figura 10 ilustra as duas diferentes imagens da figura 9 usando a segunda modalidade exemplar dos marcadores de referência mostrados na figura 6;

a figura 11 é uma primeira imagem ótica capturada exemplar que mostra uma roda de um material rodante de ferrovia, em que a imagem inclui marcadores de referência de acordo com esta invenção;

15 a figura 12 é uma segunda imagem ótica capturada exemplar que mostra uma roda de um material rodante de ferrovia, mostrando o lado posterior da roda e as várias modalidades exemplares dos marcadores de referência de acordo com esta invenção;

a figura 13 é uma vista seccional transversal ao longo da linha 13-13 mostrada na figura 1 que ilustra uma segunda modalidade exemplar de um sistema de obtenção de imagem e de marcadores de referência de acordo com esta invenção;

20 a figura 14 é uma terceira imagem ótica capturada exemplar que mostra uma tampa de extremidade de uma roda de um material rodante de ferrovia;

a figura 15 ilustra uma outra imagem capturada exemplar de uma vista lateral de um trilho e de um marcador de referência montado no trilho relacionado;

25 as figuras 16 e 17 são imagens térmicas da tampa de extremidade e de marcadores de referência mostrados nas figuras 14 e 15;

a figura 18 mostra a imagem térmica da figura 16 com uma representação da tampa de extremidade da figura 14 sobreposta nela;

a figura 19 mostra a imagem térmica da figura 15 com uma representação do marcador de referência sobreposta nela;

30 a figura 20 mostra uma vista em perspectiva de uma segunda modalidade exemplar de uma estação de inspeção que incorpora o dispositivo de captura de imagem e os marcadores de referência de acordo com esta invenção;

a figura 21 é uma primeira imagem capturada de uma primeira parte do material rodante, capturada usando a segunda estação de inspeção exemplar mostrada na figura 20;

35 a figura 22 é uma segunda imagem capturada da primeira parte do material rodante, capturada usando a segunda estação de inspeção exemplar mostrada na figura 20;

a figura 23 é uma primeira imagem capturada de uma segunda parte do material

rodante com um componente de suspensão quebrado, capturada usando a segunda estação de inspeção exemplar mostrada na figura 20;

a figura 24 é uma segunda imagem capturada da segunda parte do material rodante, capturada usando a segunda estação de inspeção exemplar mostrada na figura 20;

5 a figura 25 mostra uma terceira modalidade exemplar de uma estação de inspeção que incorpora dispositivo de captura de imagem e marcadores de referência de acordo com esta invenção;

10 a figura 26 é um fluxograma que esboça uma modalidade exemplar de um método para obter e analisar imagens usando os marcadores de referência de acordo com esta invenção;

a figura 27 é um fluxograma que esboça uma modalidade exemplar de um método para analisar uma imagem usando um marcador de referência não espacial de acordo com esta invenção;

15 a figura 28 é um fluxograma que esboça uma modalidade exemplar de um método para determinar se uma parte do material rodante está se inclinando inapropriadamente; e

a figura 29 é um fluxograma que esboça uma modalidade exemplar de um método para determinar se uma situação fora de bitola ocorreu.

20 Deve-se entender que os desenhos não estão necessariamente em escala. Em certos casos, podem ser omitidos detalhes que não são necessários para o entendimento da invenção ou que tornam outros detalhes difíceis de perceber. Certamente, entende-se que a invenção não é necessariamente limitada às modalidades em particular aqui ilustradas.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES DIVULGADAS

Uma estrada de ferro pode possuir dezenas de milhares, se não mais, de partes de material rodante. Tal material rodante inclui tanto locomotivas quanto vagões de carga e/ou
25 de passageiros. Tipicamente, uma estrada de ferro possui dúzias de diferentes tipos de vagões de carga, tais como vagões fechados, vagões-tanques, gôndolas, vagões-tremônhas, vagões-plataformas, vagões-plataformas intermodais, transportadores de contêineres, vagões de animais e congêneres. Se uma ferrovia fornecer serviço de passageiros, o material rodante pode conter vagões de passageiros, vagões de bagagens, vagões de correspondências, vagões-dormitórios, vagões-restaurantes, vagões de observação e congêneres.
30 Tipicamente, a inspeção de material rodante é problemática em função de sua natureza móvel. Dessa maneira, como esboçado nas patentes US incorporadas anteriormente, inspecionar automaticamente material rodante à medida que ele passa por uma estação de inspeção pode ser significativamente mais eficiente do que inspecionar manualmente o material rodante.
35

Como exposto, embora a inspeção manual do material rodante possa dar medidas muito precisas e exatas dos vários parâmetros associados com o material rodante, a obten-

ção de tais medidas manuais é demorada e onerosa. A inspeção manual não somente exige pessoal treinado, mas a inspeção manual exige parar um trem que contém o material rodante por um período de tempo suficiente para realizar a inspeção manual. Em virtude de ferrovias auferirem lucros pela movimentação de bens de um local para o outro, atrasos para a inspeção do material rodante pode reduzir diretamente os lucros auferidos pela ferrovia.

Dessa maneira, como discutido nas patentes US incorporadas anteriormente, vários sensores unidimensionais foram usados para medir automaticamente vários parâmetros de componente do material rodante, especialmente, parâmetros associados com componentes dos vagões e das rodas. Tais sensores emitem sinais unidimensionais que variam em função do tempo gerados à medida que o material rodante passa pelo local do sensor. Tais sinais unidimensionais representam a medição feita do vagão e/ou da roda à medida que o vagão e/ou a roda passa pelo sensor. Percebe-se que, mesmo com tais sensores unidimensionais, a exatidão e a precisão da medição dependem fortemente do relacionamento espacial entre o sensor e o componente que está sendo percebido.

Mais recentemente, à medida que as capacidades de processamento de visão de máquina e de imagem melhoraram, tais sensores unidimensionais foram substituídos por sensores óticos, infravermelho e outros sensores bidimensionais, ou intensificados com eles, que podem produzir imagens bidimensionais. Tais imagens bidimensionais podem incluir imagens óticas obtidas usando um arranjo CCD, uma fotografia digital ou câmera de vídeo, ou qualquer outro dispositivo conhecido ou desenvolvido posteriormente para capturar e armazenar dados de imagem ótica. Tais dados de imagem bidimensional também podem incluir dados de imagem térmica ou em infravermelho obtidos usando uma câmera infravermelha, um arranjo CCD infravermelho ou qualquer outro dispositivo de captura de imagem infravermelha ou térmica conhecido ou desenvolvido posteriormente. Tais imagens térmicas ou em infravermelho fornecem informação sobre a temperatura dos componentes que estão sendo representados.

Em função das recentes melhorias na tecnologia de captura de imagem e análise automatizada de imagens, é possível usar tais imagens bidimensionais dos componentes do material rodante para gerar medições altamente precisas e altamente exatas de tais componentes e parâmetros para o material rodante. Entretanto, tipicamente, tais medições altamente precisas e/ou altamente exatas exigem que os sistemas e métodos de processamento de imagem possam identificar de forma exata, precisa e correta os objetos que aparecem nas imagens capturadas e seus locais espaciais tanto nas imagens quanto em relação a algum local fixo e/ou conhecido. Sistemas, métodos e dispositivos de acordo com esta invenção são usados para melhorar a exatidão e a precisão de tais imagens bidimensionais e imagens unidimensionais.

A inspeção automática do material rodante também permite que as ferrovias ope-

rem os trens em movimento através das estações de inspeção em função da capacidade de o dispositivo de captura de imagem capturar imagens do material rodante em momentos de exposição muito curtos que evitam qualquer borrão ou movimento dos componentes na imagem capturada. Assim, é possível que as ferrovias evitem ter que parar, ou mesmo desacelerar substancialmente, os trens para permitir que o material rodante seja inspecionado. Em virtude de os trens não precisarem alterar significativamente suas velocidades atuais quando movem-se através das estações de inspeção, os trens podem ser operados individualmente em movimento da forma mais eficiente para suas cargas e destinos em particular.

Como exposto, vagões de carga podem ter pesos amplamente diferentes com base, entre outras coisas, no tipo em particular do vagão de carga, na sua carga e no seu carregamento. Em decorrência disto, tipicamente, componentes do material rodante, tais como os vagões, as rodas, as molas e congêneres, bem como os diferentes componentes da linha, tais como os trilhos, dormentes e congêneres movem-se dinamicamente em uma faixa espacial significativa. Estes movimentos podem incluir movimentos vertical, horizontal e rotacional. Assim, um trilho típico passará por significativos movimentos lateral, vertical e de deformação à medida que o material rodante move-se sobre ele. Como expostos, este movimento lateral, vertical e/ou de deformação surge em função dos diferentes pesos das várias partes do material rodante, das suas diferentes distribuições de carga e congêneres. Similarmente, uma parte típica de material rodante irá oscilar, inclinar e congêneres, enquanto seus vagões e rodas movem-se de várias maneiras nos trilhos.

Em virtude destes movimentos tanto do trilho quanto do material rodante, fica muito difícil capturar uma imagem de um componente do material rodante onde o componente estiver inerentemente em uma posição conhecida, tanto vertical quanto horizontalmente, ou mesmo rotacionalmente, em relação ao dispositivo de captura de imagem. Além do mais, efeitos tais como variações periódicas na velocidade e congêneres, divulgados no pedido de patente US 60/588.910, que é aqui incorporado pela referência em sua íntegra, adicionam complexidades adicionais na determinação da posição dos componentes na imagem. Estes movimentos dinâmicos tornam difícil medir exatamente os componentes de um vagão de carga ou de passageiros ou da locomotiva e de outras partes do material rodante enquanto estão em movimento.

Parâmetros que são tipicamente medidos ou derivados usando tais imagens capturadas incluem dimensões e/ou parâmetros relativos à esburacação da roda, à altura do flange da roda, à largura do flange da roda, à espessura do aro da roda, ao ângulo do flange da roda, à distância costas com costas de um par de rodas conectado pelo mesmo eixo, a posição lateral de uma roda em particular ao longo do trilho, retidão do eixo, centralização da tampa de extremidade, altura do acoplador e congêneres. Tais imagens capturadas também

podem ser usadas para determinar se um veículo está inclinando inapropriadamente em função de uma variedade de condições, tais como um componente de suspensão quebrado, por exemplo, uma mola em folhas, ou mesmo se um veículo está fora de bitola.

5 “Fora de bitola” diz respeito a uma situação ou condição em que uma parte de um veículo se estende além de um limite e/ou do exterior de um envelope que define o espaço de operação em segurança de um leito de trilho. Por exemplo, túneis, pontes, laterais de penhascos e congêneres fornecem severas restrições fixas em relação a quão distante para cada lado ou para cima do leito do trilho uma parte em particular do material rodante pode se estender antes de ele entrar em contato com tal túnel, ponte, escora, superfície de penhasco ou congêneres. Este envelope também pode definir a operação de segurança de um trem à medida que ele passa por um outro trem ou por outros elementos que ficam localizados próximos às linhas, tais como chaves, sinais, construções e congêneres.

10 Se uma parte em particular do material rodante estiver fora de bitola, a probabilidade de que a parte do material rodante catastroficamente entre em contato com uma estrutura ou congêneres adjacente aumenta significativamente. Em virtude de, tipicamente, tal falha catastrófica ir bem além de mero dano àquela parte do material rodante, e poder incluir descarrilamento de trem, vazamento de material perigoso, especialmente em uma área residencial, lesão nas pessoas a bordo do trem, especialmente se o trem for um trem de passageiros, e naqueles nas vizinhanças do trem quando ocorre um problema, material rodante que está fora de bitola é extremamente perigoso e deve ser tratado imediatamente. Entretanto, em função dos custos econômicos de para um trem para uma situação fora de bitola em potencial, a verificação de uma situação fora de bitola como esta antes de tomar a etapa potencialmente drástica de interromper o trem é altamente desejável.

25 Na seguinte descrição detalhada, os vários marcadores de referência 130 e 140 e o dispositivo de captura de imagem 120 são descritos no interior ou no exterior dos vários elementos, tais como os trilhos 112, outros marcadores de referência 130 e/ou 140 e congêneres. No geral, os marcadores de referência 140 estão entre os marcadores de referência 130 e o trilho 112, independente se estes marcadores de referência 130 e 140 estão no interior, isto é, entre o par de trilhos 112 ou no exterior dos trilhos 112, isto é, não entre o par de trilhos 112. Assim, o marcador de referência 140 pode ser descrito como “próximo ao trilho 112 no interior do marcador de referência 130”, mesmo se ambos também estiverem descritos como “no exterior dos trilhos 112”.

30 Localizar um ou mais dispositivos de captura de imagem 120 no interior ou entre os trilhos 112 permite a determinação de várias medições, dimensões e/ou condições, tais como esburacação da roda, distância costas com costas e retidão do eixo, altura do flange, largura do flange, espessura do aro, ângulo do flange, posição lateral da roda no trilho, entre outros parâmetros. Em particular, tipicamente, a determinação da distância costas com cos-

tas exige localizar dispositivo(s) de captura de imagem 120 suficientes para que as imagens de ambas as rodas do mesmo conjunto de rodas sejam capturadas com pelo menos um marcador de referência localizado em cada imagem. Se a distância entre um marcador de referência em uma imagem capturada e um marcador de referência na segunda imagem capturada for conhecida, for fixa e/ou puder ser determinada, a distância costas com costas pode ser prontamente determinada. O dispositivo de captura de imagem 120 localizado no exterior dos trilhos 112 permite que parâmetros, tais como diâmetro da roda, esburacação (ou falso flangeamento) do aro e congêneres sejam determinados.

Da forma representada na figura 1, vários marcadores de referência montados no solo 130 e/ou marcadores de referência montados no trilho 140 podem ficar localizados no interior ou entre os trilhos 112 e/ou no exterior dos trilhos 112. Da forma mostrada nas figuras 2, 5, 7 e 9, os marcadores de referência montados no solo 130 podem ser interconectados em postes 134 ou congêneres que são embutidos no cascalho 116 e/ou através dele e/ou que podem ser interconectados entre si por um segundo elemento, tais como uma haste, placa ou rede, um conjunto de pilastra para suporte ou congêneres. Em uma modalidade, os marcadores de referência montados no trilho 140 são adaptados para ser interconectados nos trilhos 112 ou em outros componentes do sistema de trilhos, tais como os dormentes 114.

Assim, os marcadores de referência montados no trilho 140 podem ser usados para fornecer uma indicação da posição espacial de uma roda em relação ao trilho 112, mas podem não definir por eles mesmos uma posição da roda ou do trilho 112 em relação a um ponto, no geral, fixo. Ao contrário, os marcadores de referência montados no solo 130 permitem que locais dos vários recursos das rodas, dos trilhos 112 e congêneres sejam determinados em relação a um ponto, no geral, fixo, independente de todos os movimentos relativos que podem ter ocorrido entre a roda e os marcadores de referência montados no trilho 140. Além do mais, quando tanto um marcador de referência montado no solo 130 quanto um marcador de referência montado no trilho 140 aparecem em uma mesma imagem capturada, a posição do marcador de referência montado no trilho 140 em relação ao marcador de referência montado no solo 130 pode ser prontamente determinada, fornecendo um segundo método para determinar a posição dos recursos na roda em relação aos marcadores de referência montados no solo 130.

Da forma ilustrada na figura 1, em várias modalidades exemplares, o dispositivo de captura de imagem 120 pode ser posicionado na região entre os trilhos 112, tal como entre os marcadores de referência 130 / 140 em um primeiro trilho e os marcadores de referência 130 / 140 em um segundo trilho. Da forma ilustrada na figura 1, um dispositivo de captura de imagem 120 pode ser posicionado para visualização em qualquer direção, tal como ao longo dos trilhos 112, por exemplo, ao longo das linhas de visualização 125, diagonalmente atra-

vés da área entre os trilhos 112, por exemplo, ao longo das linhas de visualização 127, e/ou perpendicularmente através da área entre os trilhos 112, por exemplo, ao longo das linhas de visualização 120. Percebe-se que cada dispositivo de captura de imagem 120 pode incluir um ou mais sistemas de imageamento fisicamente distintos. Por exemplo, nas várias modalidades exemplares mostradas na figura 1, o dispositivo de captura de imagem 120 pode incluir um único sistema de imageamento que aponta, no geral, ao longo de uma das linhas de visualização 125, 127 ou 129. Em várias outras modalidades exemplares mostradas na figura 1, o dispositivo de captura de imagem 120 pode incluir múltiplos sistemas de imageamento que podem visualizar ao longo das múltiplas linhas de visualização.

Percebe-se que os dispositivos de captura de imagem 120 podem ser implementados pela incorporação de um ou mais sistemas de imageamento fisicamente distintos, tais como câmeras digitais completas, no interior do corpo de um dispositivo de captura de imagem 122. Em uma modalidade, os dispositivos de captura de imagem 120 podem ser implementados como uma pluralidade de sistemas de captura de imagem fisicamente independentes, tais como câmeras digitais completas. Em uma modalidade, os dispositivos de captura de imagem 120 podem implementar um ou mais sistemas de imageamento usando conjuntos de lentes fisicamente distintos e dispositivos eletrônicos de captura de imagem, com armazenamento de dados comum, controle de entrada / saída e outros dispositivos eletrônicos. Percebe-se que qualquer tipo de sistema de captura de imagem conhecido ou desenvolvido posteriormente pode ser usado para implementar os dispositivos de captura de imagem 120.

Embora a figura 1 mostre os dispositivos de captura de imagem 120 localizados entre os trilhos 112 com dois (ou mais) sistemas de imageamento, estes dispositivos de captura de imagem 120 podem ter somente um único sistema de imageamento. Igualmente, embora a figura 1 mostre os dispositivos de captura de imagem 120 localizados no exterior dos trilhos 112 com um único sistema de imageamento, estes dispositivos de captura de imagem podem ter dois ou mais sistemas de imageamento. Uma tal modalidade está onde dois conjuntos adjacentes de trilhos 112 têm, cada qual, uma estação de inspeção 100, e estas estações de inspeção 100 compartilhar os dispositivo de captura de imagem localizados na área entre os dois conjuntos de trilhos.

Também percebe-se que qualquer estação de inspeção em particular 110 não precisa usar todos os dispositivos de captura de imagem 120 mostrados na figura 1. Nem é nenhuma estação de inspeção 100 em particular limitada aos dispositivos de captura de imagem 120 e às linhas de visualização 125, 127 e 129 mostrados na figura 1. Percebe-se que a figura 1 mostra inúmeras modalidades distintas para os dispositivos de captura de imagem 120 que estão localizados próximos uns dos outros. Em uma estação de inspeção de imagem 100 real, qualquer número de modalidades pode ser usado para tais dispositivos

de captura de imagem 120. Outros locais e/ou linhas de visualização podem ser usadas com os dispositivos de captura de imagem 120 mostrados na figura 1. Assim, os locais e as linhas de visualização dos dispositivos de captura de imagem 120 mostrados na figura 1 são meramente ilustrativos, e não pretende-se que sejam limitantes.

5 Da forma indicada na figura 1, a figura 2 é uma vista seccional transversal ao longo do comprimento da estação de inspeção 100 tomada ao longo da linha 2-2. Da forma mostrada na figura 2, os trilhos 112 podem ficar em inúmeros dormentes 114 que podem ser embutidos em uma massa de cascalho 116. Tipicamente, o próprio cascalho 116 fica no solo 118. Da forma mostrada na figura 2, em várias modalidades exemplares, o dispositivo
10 de captura de imagem 120 compreende um corpo de dispositivo de captura de imagem 122 que encerra o um ou mais sistemas de imageamento e pelo menos uma vara de montagem 124 ou congêneres. Tipicamente, as varas de montagem 124 se estendem através do cascalho 116 e para o interior do solo 118 e, assim, fornecem uma posição, no geral, fixa e relativamente muito estável para o corpo de captura de imagem 122.

15 Percebe-se que, em várias outras modalidades, quando o dispositivo de captura de imagem 120 fica localizado adjacente a um dos trilhos 112, o corpo do dispositivo de captura de imagem 122 pode ser interconectado, ou de outra forma anexado, no trilho 112. Em uma modalidade, o dispositivo de captura de imagem 120 também pode ficar interconectado em um dormente 114. Em uma modalidade, o dispositivo de captura de imagem 120 não preci-
20 sa ficar adjacente a um dos trilhos 112 e pode ficar localizado em qualquer outro lugar ao longo da extensão lateral do dormente 114, tanto entre os trilhos 112 quanto no exterior dos trilhos 112.

Naquelas modalidades exemplares em que há pelo menos um marcador de referência montado no solo 130 e pelo menos um marcador de referência montado no trilho 140
25 em um campo de visualização de um dispositivo de captura de imagem 120, a imagem capturada poderá indicar todo movimento ou movimentação do marcador de referência montado no trilho 140 em relação ao marcador de referência montado no solo 130. Quando o dispositivo de captura de imagem 120 montado no trilho ou no dormente move-se com o trilho, o marcador de referência montado no trilho 140 tenderá a permanecer no campo de visualização daquele dispositivo de captura de imagem 120. Isto tende a ser verdade mesmo se o
30 dispositivo de captura de imagem 120 for implementado usando um sistema de captura de imagem miniaturizado ou em pequenas dimensões, ou congêneres.

Similarmente, da forma mostrada na figura 2, os marcadores de referência montados no solo 130 incluem uma cabeça do marcador de referência 130 que, nas várias modalidades exemplares, é anexada em uma vara do marcador de referência 134. Em uma mo-
35 dalidade, as varas do marcador de referência 134, quando usadas, podem se estender através do cascalho 116 e para o interior do solo 118, assim, fornecendo um ponto de medição,

no geral, fixo e muito estável dimensionalmente para uso nos componentes de medição de uma parte do material rodante.

Da forma indicada na figura 1, a figura 3 é uma vista seccional transversal através da largura da estação de inspeção 110 tomada ao longo da linha 3-3. Na modalidade exemplar mostrada na figura 3, os dispositivos de captura de imagem 120 ficam localizados entre

5 dormentes 114 adjacentes e pelo menos exatamente no interior e, potencialmente, exatamente no exterior dos trilhos 112. Da forma mostrada na figura 3, em uma modalidade, as varas 124 prendem os corpos das câmeras 122 de forma segura e/ou de forma estável no solo 118.

10 Percebe-se que, nas várias outras modalidades exemplares, o(s) local(s) em particular dos dispositivos de captura de imagem 120 e/ou a(s) direção(s) em particular da visualização dos dispositivos de captura de imagem 120 para uma dada estação de inspeção 100 podem ser alterados para qualquer local que seja apropriado para a(s) inspeção(s) a ser realizada(s) naquela estação de inspeção 100. Percebe-se adicionalmente que qualquer

15 número de dispositivos de captura de imagem 120 pode ser usado em uma dada estação de inspeção 100. Assim, os locais dos dispositivos de captura de imagem 120 mostrados nas figuras 1-3 são ilustrativos, e não pretende-se que sejam limitantes.

Percebe-se adicionalmente que os locais em particular dos dispositivos de captura de imagem 120 mostrados na modalidade representada na figura 3 permite que todo movimento dos trilhos 112 sejam prontamente determinados. Também percebe-se que nas várias modalidades exemplares, um amplo campo de visualização pode ser desejável para permitir que o movimento completo do trilho 112 seja capturado, bem como para melhorar a capacidade de o dispositivo de captura de imagem 120 capturar os marcadores de referência, o trilho 112 e seu movimento, e/ou que todas as partes do material rodante sejam inspecionadas. Assim, nas várias modalidades exemplares, os dispositivos de captura de ima-

20 gem 120 são arranjados para que tanto os marcadores de referência montados no solo 130 quanto os marcadores de referência montados no trilho 140 em um lado em particular do trilho 112 fiquem seguramente no campo de visualização dos dispositivos de captura de imagem 120.

30 A figura 4 mostra uma modalidade exemplar dos dispositivos de captura de imagem 120 localizados adjacentes aos trilhos 112. Da forma mostrada na figura 4, nesta modalidade exemplar, alguns dos dispositivos de captura de imagem 120 são interconectados nos trilhos 112. Dessa maneira, em tais modalidades exemplares, os dispositivos de captura de imagem 120 podem move-ser com os trilhos 112. Um marcador de referência montado no

35 trilho também pode move-ser com o trilho 112. Entretanto, em várias modalidades exemplares, os dispositivos de captura de imagem 120 tendem a capturar tanto os marcadores de referência montados no trilho quanto o marcador de referência montado no solo. Percebe-se

que os dispositivos de captura de imagem montados no trilho 120 podem ser interconectados nos trilhos 112 usando qualquer técnica e/ou dispositivo conhecidos ou desenvolvidos posteriormente. Em particular, os dispositivos de captura de imagem 120 montados no trilho podem ser interconectados nos trilhos 112 usando as estruturas mostradas no pedido '910
5 incorporado.

Similarmente, da forma indicada na figura 1, a figura 5 é uma vista seccional transversal através da largura dos vários marcadores de referência 130 e 140 tomada ao longo da linha 5-5. Da forma mostrada na figura 5, em uma modalidade, os marcadores de referência montados no trilho 140 são diretamente conectados nos trilhos 112. Percebe-se que
10 os marcadores de referência montados no trilho 140 podem ser conectados nos trilhos 112 usando qualquer técnica e/ou dispositivo conhecidos ou desenvolvidos posteriormente. Em particular, os marcadores de referência montados no trilho 140 podem ser conectados nos trilhos 112 usando as estruturas mostradas no pedido '910 incorporado.

Da forma mostrada na figura 5, em várias modalidades exemplares, os marcadores
15 de referência montados no solo 130 compreendem cabeças do marcador de referência 132 interconectadas nas varas 134. Da forma mostrada na figura 5, em uma modalidade, as varas 134 se estendem através do cascalho 116 e para o interior do solo sólido 118. Em várias modalidades exemplares, pelo menos um segundo elemento 138 é interconectado nas varas 134, nas cabeças do marcador 132, e/ou em outras partes dos marcadores de referência
20 montados no solo e se estende entre eles. No geral, em uma modalidade, o segundo elemento 138 conecta rigidamente as cabeças do marcador 132 e/ou as varas 134 de maneira tal que a posição relativa dos marcadores de referência 130 e/ou as cabeças do marcador de referência 132 permaneçam substancialmente inalteradas. Entretanto, o segundo elemento 138 não precisa ser perfeitamente rígido. Por exemplo, pela ligação do marcador de
25 referência montado no solo 130 adjacente a um primeiro trilho 112 em um marcador de referência montado no solo 130 adjacente a um segundo trilho 112, no geral, a distância entre estes marcadores de referência montados no solo 130 opostos é conhecida, tornando possível gerar medições entre duas partes do material rodante sem ter todos os itens relevantes em uma única imagem capturada.

Por exemplo, pode ser desejável obter uma medição que se estende entre uma
30 primeira superfície em uma primeira parte adjacente a um primeiro trilho 112 e uma segunda superfície em uma segunda parte adjacente a um segundo trilho 112. Neste caso, imagens separadas podem ser capturadas pelos dispositivos de captura de imagem 120. Em uma modalidade, uma imagem incluirá a primeira superfície na primeira parte, e o marcador de
35 referência montado no solo 130 adjacente ao primeiro trilho 112. Uma segunda imagem incluirá a segunda superfície na segunda parte e o marcador de referência montado no solo 130 adjacente ao segundo trilho 112. A partir destas imagens, a distância das primeira e

segunda superfícies até os marcadores de referência montados no solo 130 adjacentes e a distância da primeira superfície até a segunda superfície podem ser prontamente determinadas.

5 Percebe-se que o segundo elemento 138 pode ser implementado como um único elemento ou como uma coleção de elementos, tal como uma pilastra de suporte. Em uma modalidade, o único elemento pode ser uma barra, uma placa, uma rede ou congêneres. No geral, qualquer estrutura, sistema, dispositivo ou montagem que são usados para manter substancialmente a distância entre os marcadores de referência montados no solo 130, conhecidos ou desenvolvidos posteriormente, podem ser usados como o segundo elemento 10 138 ou para implementá-lo.

Além do mais, em várias outras modalidades exemplares, o segundo elemento 138 pode ser substituído por um dispositivo ou sistema de determinação de distância que permite que a distância entre os marcadores de referência montados no solo 130, as varas 134 e/ou as cabeças do marcador 132 seja exatamente e/ou precisamente determinada no momento em que o dispositivo de captura de imagem 120 captura imagens dos marcadores de 15 referência montados no solo 130 ou por volta deste momento. Exemplos de tais dispositivos ou sistemas de determinação de distância incluem um telêmetro a laser ou dispositivo de medição de distância, um dispositivo de medição de distância ultra-sônico, um dispositivo de medição de distância com base em resistência e congêneres. Percebe-se que qualquer dispositivo conhecido ou desenvolvido posteriormente que permite uma determinação suficientemente exata e/ou precisa da posição ou da posição relativa dos marcadores de referência montados no solo 130, das varas 134 e/ou das cabeças do marcador 132 a ser tomadas no momento em que as imagens das cabeças do marcador 132 são capturadas, ou próximo dele, pode ser usado no lugar do segundo elemento 138 ou além dele.

25 Da forma mostrada na figura 6, em várias outras modalidades exemplares, as varas podem ser inteiramente omitidas. Em uma modalidade, o segundo elemento 138 é interconectado em um dormente 114 ou em outra estrutura, no geral, estável que está presente entre os trilhos 112. Em uma modalidade, as cabeças do marcador de referência montado no solo 132 são interconectadas no dormente 114 ou em estrutura similar. Em uma modalidade, o segundo elemento 138 mantém as cabeças do marcador de referência montado no solo 132 em uma posição substancialmente fixa e conhecida e/ou distante. Percebe-se que, em uma modalidade, os marcadores de referência montados no solo 130 adicionais, tais como os marcadores de referência interconectados nos dormentes 114 e congêneres, também podem ser usados. Tipicamente, pelo menos um marcador de referência montado no 30 solo 130 e pelo menos um marcador de referência montado no trilho 140 são arranjados para que, para qualquer imagem em particular, pelo menos um marcador de referência montado no solo 130 e pelo menos um marcador de referência montado no trilho 140 apareçam

na imagem.

A figura 7 é uma vista seccional transversal tomada ao longo da linha 5-5 mostrada na figura 1 à medida que um vagão de uma parte do material rodante passa através da estação de inspeção. Em particular, da forma mostrada na figura 7, um conjunto de rodas tem pelo menos um par de rodas opostas 300, em que cada roda 300 tem um corpo 310 com uma superfície posterior 312. Em uma modalidade, um primeiro marcador de posição montado no trilho 140 está conectado no lado de um primeiro trilho 112, um segundo marcador de posição montado no trilho 140 está conectado no lado de um segundo trilho 112, e um par de marcadores de referência montado no solo 130 está posicionado no interior e/ou entre os marcadores de referência montados no trilho 140. Em uma modalidade, as varas 134 e o segundo elemento 138 são inseridos no interior do cascalho 115 e/ou do solo 118 de maneira tal que as cabeças do marcador de referência montado no solo 132 fiquem adjacentes, mas entre as cabeças dos marcadores de referência montados no trilho 140 em relação a cada trilho 112. Percebe-se que, na modalidade exemplar mostrada na figura 5, o segundo elemento 138 permite que a distância entre as cabeças do marcador de referência montado no solo 132 sejam conhecidas muito precisamente e/ou muito exatamente.

Em várias modalidades exemplares, tais como aquelas mostradas nas figuras 4-7, cada uma das cabeças dos marcadores de referência 132 e 142 contém pelo menos uma marca distintiva. Em várias modalidades exemplares, a marca distintiva tem uma forma com pelo menos uma dimensão conhecida. Nas modalidades exemplares em particular mostradas nas figuras 4-6, as marcas distintivas formadas nas cabeças do marcador de referência 132 e 142 ou sobre elas é uma incisão em forma de "+" nas cabeças do marcador de referência 132 e 142. Por exemplo, em várias modalidades, se os marcadores de referência 132 e 142 forem feitos de folha metálica ou congêneres, as marcas distintivas formadas nas cabeças do marcador de referência 132 e 134 podem ser uma incisão através de toda a espessura do metal.

Por exemplo, nas várias modalidades, se as cabeças do marcador de referência 132 e 142 compreenderem uma parte de metal mais substancial ou congêneres, tipicamente, as marcas distintivas serão cortadas na superfície do metal. Percebe-se que a marca distintiva também pode ser uma parte elevada deixada depois da usinagem das outras partes do marcador de referência. Nas várias outras modalidades exemplares, as marcas distintivas podem ser marcas distintivas gráficas ou congêneres que foram desenhadas ou impressas na cabeça do marcador de referência e/ou um decalque, uma etiqueta ou rótulo ou congêneres. Percebe-se que as marcas distintivas podem ser uma marca física trabalhada na superfície da cabeça dos marcadores de referência 130 e/ou 140 e/ou podem ser qualquer tratamento de superfície ou congêneres conhecidos ou desenvolvidos posteriormente.

Também percebe-se que, em uma modalidade, uma marca distintiva pode ser a

própria cabeça do marcador 132 ou 142 ou um aparte do seu compreende. Por exemplo, em uma modalidade, uma borda e/ou canto de uma cabeça do marcador 132 ou 134 fornece pontos de referência aceitáveis. Além do mais, o comprimento e a altura das cabeças do marcador 132 e 142 podem fornecer escalas aceitáveis. Nas várias modalidades exemplares, as cabeças do marcador 132 e 142 não precisam conter ou portar nenhuma outra marca distintiva inserida 136 ou 146, respectivamente.

A figura 7 também mostra o campo de visualização 200 para alguns dos dispositivos de captura de imagem 120 que são arranjados, em uma modalidade, para visualizar os marcadores de referência 130 e 140 posicionados adjacentes ao trilho 112. Da forma mostrada na figura 7, cada campo de visualização 200 pode incluir tanto as cabeças do marcador de referência quanto uma parte de uma roda 300 e de um trilho 112. Assim, a posição, as dimensões e congêneres da roda 300 podem ser determinadas em relação ao marcador de referência montado no solo 130 independentemente de qualquer movimento do trilho 112 em relação ao dormente 114, ao cascalho 116 e/ou ao solo 118, bem como em relação a qualquer movimento das rodas 300 nos trilhos 112.

Dessa maneira, em virtude de ser relativamente direto determinar o local dos vários pontos das rodas 300 em relação às cabeças do marcador de referência montado no solo 130, os marcadores de referência montados no solo 130 podem ser usados para determinar a distância entre a superfície posterior 312 do corpo 310 da roda 300 posicionada em um primeiro trilho 112 e a superfície posterior 312 do corpo 310 da roda 300 posicionada em um segundo trilho 112. Adicionalmente, o local da roda 300 em relação a um marcador de referência montado no trilho 140 e, assim, em relação ao trilho 112, pode ser usado para determinar vários parâmetros da roda 300 que são definidos em relação à superfície, por exemplo, o trilho 112 no qual a roda 300 está correndo. Em uma modalidade, também é relativamente direto determinar a distância relativa entre um ponto em particular na cabeça do marcador de referência montado no trilho 142 e um ponto em particular na cabeça do marcador de referência montado no solo 132.

A figura 8 ilustra uma situação em uma modalidade exemplar em que dois campos de visualização ou imagens 200 e 200' são tomados em sucessão. Da forma mostrada na figura 8, em uma modalidade, depois que a primeira imagem 200 da posição relativa de uma primeira roda de um vagão em relação ao trilho 112 for capturada, o trilho 112 pode estar curvo, deformado, flexionado e/ou de outra forma movido de maneira tal que, quando a segunda imagem capturada 200' foi tomada, as duas imagens capturadas 200 e 200' não coincidam precisamente. Sem um ponto de referência, pode ser difícil comparar elementos nas duas imagens.

Ao contrário, nas figuras 9 e 10, em uma modalidade exemplar, cada uma da cabeça do marcador de referência 132 e da cabeça do marcador de referência 142, juntamente

com as marcas distintivas espaciais em particular 136 e 146, aparece nas duas imagens 200 e 200'. Como tal, fica relativamente direto alinhar, ou de outra forma comparar, estas duas imagens e determinar os locais espaciais em particular dos vários objetos de interesse em cada uma das duas imagens 200 e 200' em relação a um ponto de referência conhecido, tais como a marca distintiva espacial 136 e/ou a marca distintiva espacial 146. Além do mais, em virtude de o marcador de referência montado no trilho 140 ser anexado no trilho 112 em uma modalidade, as marcas distintivas 146 permitem que pontos nas rodas 310 sejam prontamente localizados em relação ao trilho 112.

As figuras 9 e 10 também mostram com mais detalhes as cabeças do marcador de referência montado no solo 132 e o segundo elemento 138 em uma modalidade. Da forma mostrada na figura 9, nesta modalidade exemplar, a cabeça do marcador 132 está conectada em uma vara 134. Em uma modalidade, a vara 134 é colocada em uma posição, no geral, fixa em relação ao solo 118 e se estende para cima através do cascalho 116. Em uma modalidade, o segundo elemento 138 se estende a partir da vara 134 na direção de uma segunda vara que está conectada em um segundo marcador de referência montado no solo. Em uma modalidade, o segundo elemento 138 também pode se estender através do cascalho 116. Em uma modalidade, o segundo elemento 138 mantém substancialmente as duas varas 134 e, portanto, as cabeças do marcador de referência 132 separados em uma distância conhecida. O segundo elemento 138 também pode impedir que as varas 134 se desloquem, ou congêneres, em função de várias forças, tais como tensões, aplicadas no cascalho 116 e/ou no solo 118 em função das forças aplicadas pela passagem de um trem.

A figura 10 mostra com mais detalhes uma segunda modalidade exemplar do marcador de referência montado no solo 130. Da forma mostrada na figura 10, nesta modalidade exemplar, o marcador de referência 130 está conectado no segundo elemento 138. Em uma modalidade, o segundo elemento se estende até um segundo marcador de referência e está operativamente conectado nele. Como exposto, em uma modalidade, o segundo elemento 138 pode estar diretamente conectado no dormente 114. Certamente, percebe-se que, em uma modalidade, o segundo elemento 138 pode ser anexado em algum outro elemento que está relativamente fixo e/ou estável em relação ao solo, e/ou ele mesmo pode ser fortificado no interior do cascalho 116 ou do solo 118 usando pelo menos uma vara 134. Em tais modalidades exemplares, a distância entre as cabeças do marcador 132 é substancialmente fixa e/ou constante em função do segundo elemento 138, mesmo se o segundo elemento 138 dever se deslocar em relação ao dormente 114, ao solo 118 ou a outro elemento fixo e/ou estável. Em uma modalidade, o segundo elemento pode ser anexado ou conectado somente em pelo menos um marcador de referência montado no solo 130 ou parte deste.

A figura 11 é uma fotografia que, em uma modalidade, pode corresponder aos

campos de visualização 200 e/ou 200' mostrados nas figuras 9 ou 10. Da forma mostrada na figura 11, em uma modalidade, um marcador de referência montado no solo 130, com uma cabeça do marcador de referência 132 portando uma marca distintiva 136, é posicionado próximo ao trilho 112. Em uma modalidade, o marcador de referência montado no trilho 140, com uma cabeça do marcador de referência 142 portando uma marca distintiva 146, é posicionado entre o trilho 112 e o marcador de referência montado no solo 130. Em uma modalidade, o trilho 112 e a parte de base do corpo 310 da roda 300 podem ser vistos na fotografia da figura 11 de maneira tal que vários parâmetros do corpo 310 da roda 300 possam ser medidos em relação ao trilho 112, em relação ao solo ou em relação a algum outro local fixo, e/ou em relação a uma segunda roda 300 no mesmo eixo.

Percebe-se adicionalmente que, nas várias modalidades exemplares, as marcas distintivas 136 e 146 têm dimensões específicas conhecidas, tais como a espessura do corte formado na folha metálica, o comprimento do corte da barra transversal horizontal e o comprimento do corte da barra transversal vertical. Quando estas dimensões são conhecidas, elas fornecem um fator de calibragem adicional que permite uma conversão entre as dimensões aparentes das marcas distintivas 136 ou 146 na imagem capturada 200 e as dimensões reais conhecidas das marcas distintivas 136 ou 146. Assim, as dimensões reais dos objetos de interesse que aparecem nas imagens capturadas 200, tal como a largura real do flange, podem ser prontamente determinadas em alta exatidão e precisão.

A figura 12 é uma imagem capturada ou obtida da face posterior 312 do corpo 310 de uma roda 300, capturada de acordo com uma modalidade desta invenção, juntamente com um par de marcadores de referência 130 e 140 de acordo com uma modalidade desta invenção. Em uma modalidade, como pode-se ver na figura 12, os marcadores de referência 130 e 140 não precisam ser posicionados ao longo de uma linha lateral em relação ao trilho 112. Em uma modalidade, os marcadores de referência 130 e 140 podem ser colocados ao longo de uma linha que segue a direção longitudinal do trilho 112. De fato, os marcadores de referência 130 e 140 podem ser posicionados quase em qualquer lugar, contanto que eles sejam visíveis por pelo menos um dispositivo de captura de imagem. Por exemplo, a imagem mostrada na figura 12 foi capturada usando um dispositivo de captura de imagem posicionado entre um primeiro trilho e um segundo trilho para permitir uma visualização da superfície posterior 312 do corpo 310 da roda 300 a ser obtida e capturada, garantindo que os marcadores de referência 130 e/ou 140 permaneçam no campo de visualização daquele dispositivo de captura de imagem 120.

Da forma mostrada nas figuras 11 e 12, em uma modalidade, as marcas distintivas 136 e 146 na cabeça do marcador de referência 132 do marcador de referência montado no solo 130 e na cabeça do marcador de referência 142 do marcador de referência montado no trilho 140 são facilmente vistas e suas dimensões conhecidas podem ser medidas já que

elas aparecem na imagem capturada mostrada na figura 12. Dessa maneira, as dimensões do corpo 310 da roda 300, tal como a largura do aro 314, também podem ser determinadas de forma exata e/ou precisa.

A figura 13 mostra uma outra modalidade exemplar dos sistemas, métodos e dispositivos de acordo com esta invenção. Da forma mostrada na modalidade representada na figura 13, um trilho 112 é anexado em um dormente 114 que está embutido em uma massa de cascalho 116 que fica no solo 118. Em uma modalidade, uma estrutura de montagem 150 que compreende um poste 156 fica posicionada nos lados de um trilho 112. Nas várias modalidades exemplares, o poste 156 é dimensionável de forma substancialmente estável. Em uma modalidade, um primeiro dispositivo de captura de imagem 152 e um segundo dispositivo de captura de imagem 154 são conectados no poste 156 da estrutura de montagem 150 de maneira tal que o primeiro dispositivo de captura de imagem 152 e o segundo dispositivo de captura de imagem 154 estejam separados em uma distância conhecida e substancialmente estável e de maneira tal que suas orientações e/ou as direções de suas linhas de visualização sejam conhecidas e substancialmente estáveis.

Dessa maneira, em várias modalidades exemplares, a estrutura de montagem 150 e os relacionamentos substancialmente estáveis dos dispositivos de captura de imagem 152 e 154 em relação ao poste 156 da estrutura de montagem 150 permitem que os dois campos de visualização 210 e 220 dos dispositivos de captura de imagem 152 e 154 sejam relacionados entre si. Em uma modalidade, um marcador de referência montado no trilho 160 é anexado no trilho 112 de maneira tal que ele esteja no campo de visualização 210 do primeiro dispositivo de captura de imagem 152. Em uma modalidade, o dispositivo de captura de imagem 152 é montado em uma posição conhecida no poste 156 da estrutura de montagem 150 em relação ao marcador de referência 160. Em uma modalidade, componentes tridimensionais, movimento tridimensional no trilho 112 e/ou imagens tridimensionais e/ou movimento de tais componentes podem ser facilmente recriados e/ou determinados usando imagens bidimensionais capturadas, informação determinável a partir delas e/ou relacionamentos de componentes pertinentes do sistema da presente invenção.

Em uma modalidade, o marcador de referência 160 inclui uma marca distintiva que permite que o local relativo da roda 300 no campo de visualização 210 do dispositivo de captura de imagem 152 seja determinado em relação ao trilho 112. Em uma modalidade, a marca distintiva também age como uma estrutura de calibragem que permite que as dimensões no campo de visualização 210 do dispositivo de captura de imagem 152 sejam convertidas em valores mais absolutos. Em uma modalidade, um marcador de referência de temperatura 170 também pode ser colocado no campo de visualização 210. Em uma modalidade, a face frontal deste marcador de referência de temperatura 170 pode ser mais bem vista nas figuras 15 e 17. Percebe-se que, nas várias modalidades exemplares, o marcador de

referência visual 160 e o marcador de referência de temperatura 170 podem ser combinados em um único componente. Em uma modalidade exemplar, o marcador de referência montado no trilho 160 / 170 pode incluir marcas distintivas tanto visuais quanto térmicas, respectivamente.

5 De volta à figura 13, nas várias modalidades exemplares, o segundo dispositivo de captura de imagem 154 fica localizado na estrutura de montagem 150 de maneira tal que um eixo 320 de um conjunto de rodas possa aparecer no campo de visualização 220 do segundo dispositivo de captura de imagem 154. Da forma mostrada na figura 13, um corpo de roda 310 rotaciona no eixo 320. A roda 300 inclui o copo da roda 310 com o flange 316 e o
10 aro 314. O eixo 320 compreende uma coluna 322 e uma tampa de extremidade 324. Nas várias modalidades exemplares, o segundo campo de visualização 220 do segundo dispositivo de captura de imagem 154 é centralizado na tampa de extremidade 324.

Da forma indicada nas várias patentes US incorporadas, tipicamente, vários mancais estão contidos na coluna 322. Estes mancais podem ficar muito quentes, especialmente
15 à medida que eles estão próximos de um defeito. Dessa maneira, nas várias modalidades exemplares, os primeiro e segundo dispositivos de captura de imagem 152 e 154 podem capturar imagens térmicas no lugar de imagens óticas, ou além delas.

Em particular, da forma mostrada nas figuras 15 e 17, quando o primeiro dispositivo de captura de imagem 152 incluir um dispositivo de captura de imagem térmica, o marcador
20 de referência de temperatura 170 pode incluir uma ou mais marcas distintivas de emissão térmica 178. Estas uma ou mais marcas distintivas de emissão térmica 178 têm pelo menos uma temperatura conhecida e têm local(s) espacial(s) conhecido(s). Nas várias modalidades exemplares mostradas na figura 15, a uma ou mais marcas distintivas térmicas 178 são localizadas em posições conhecidas em relação a uma marca distintiva ótica, tal como a mar-
25 ca distintiva ótica 166, no marcador de referência montado no trilho 160 / 170.

Assim, em uma modalidade, enquanto o segundo dispositivo de captura de imagem 154 captura uma ou mais imagens da tampa de extremidade 324, o primeiro dispositivo de captura de imagem 152 captura, substancialmente ao mesmo tempo, uma ou mais imagens do trilho 112 e/ou dos marcadores de referência montados no trilho 160 / 170. Em particular,
30 em uma modalidade, o dispositivo de captura de imagem térmica do primeiro dispositivo de captura de imagem 152 captura uma imagem do marcador de referência térmico 170 e a uma ou mais marcas distintivas térmicas 178 que estão nas uma ou mais temperaturas conhecidas. Assim, em uma modalidade exemplar, fica relativamente direto converte os dados de imagem térmica capturados por ambos os dispositivos de captura de imagem 152 e 154
35 em valores de temperatura exatos e precisos. Em uma modalidade, fica direto identificar os locais espaciais dos vários pontos quentes, se houver, na tampa de extremidade 324. Em função dos relacionamentos espaciais conhecidos entre os dispositivos de captura de ima-

gem 152 e 154 em uma modalidade, os locais espaciais destes pontos quentes podem ser localizados de forma exata e precisa em relação às marcas distintivas térmicas 178 do marcador de referência montado no trilho 170.

A figura 14 mostra uma modalidade exemplar de uma imagem ótica capturada por um dispositivo de captura de imagem. Em virtude de, em uma modalidade, o dispositivo de captura de imagem estar localizado em uma posição conhecida e substancialmente estável e em uma orientação conhecida e substancialmente estável, as posições e/ou dimensões dos vários elementos da tampa de extremidade 324 em relação ao dispositivo de captura de imagem podem ser determinadas com alta exatidão e alta precisão.

A figura 15 representa uma modalidade exemplar de uma imagem ótica dos elementos que podem aparecer no campo de visualização do primeiro dispositivo de captura de imagem. No geral, imagens, tais como aquelas mostradas nas figuras 14 e 15, podem ser capturadas ao mesmo tempo, embora elas não precisem ser assim capturadas. Em uma modalidade, o campo de visualização pode incluir tanto um marcador de referência ótico montado no trilho 160 quanto um marcador de referência térmico montado no trilho 170 que, em uma modalidade, podem ser integrados em um marcador de referência combinado montado no trilho 160 / 170. Da forma mostrada na figura 15, em uma modalidade, o marcador de referência combinado montado no trilho 160 / 170, tanto com as marcas distintivas óticas 166 quanto com as marcas distintivas térmicas 178, está presente na imagem capturada pelo primeiro dispositivo de captura de imagem.

Em uma modalidade, em virtude de o primeiro dispositivo de captura de imagem 152 ficar localizado em uma posição conhecida e em uma orientação conhecida e substancialmente estável, as posições das marcas distintivas ótica e térmica 166 e 178, bem como da superfície do trilho, em relação ao primeiro dispositivo de captura de imagem podem ser determinadas com alta exatidão e/ou precisão. Em uma modalidade, em virtude de os dispositivos de captura de imagem estar separados em uma distância conhecida e estar em orientações relativas conhecidas, os locais relativos das marcas distintivas óticas 166 e/ou do trilho 122, entre outras coisas, em relação aos elementos na imagem capturada pelo segundo dispositivo de captura de imagem 154, tal como a tampa de extremidade 324, podem ser prontamente determinados. Em uma modalidade, componentes tridimensionais, movimento tridimensional em relação ao trilho 112 e/ou imagens tridimensionais de tais componentes e/ou movimento podem ser facilmente determinados e/ou recriados usando imagens bidimensionais capturadas, informação determinável a partir delas e/ou relacionamentos entre componentes pertinentes do sistema da presente invenção.

A figura 16 é uma modalidade exemplar de uma imagem térmica da tampa de extremidade 324 obtida usando um dispositivo de captura de imagem térmica. A figura 17 é uma modalidade exemplar de uma imagem térmica da marca distintiva térmica 178 captura-

da usando um dispositivo de captura de imagem térmica. Em uma modalidade, as marcas distintivas térmicas 178 do marcador de referência 170 estão presentes na imagem capturada mostrada na figura 17. Em uma modalidade, as marcas distintivas térmicas 178 podem estar em uma pluralidade de diferentes temperaturas, e os valores na imagem capturada correspondem a estas temperaturas de referência. Assim, as temperaturas conhecidas da marca distintiva térmica 178 e os valores conhecidos da imagem para a marca distintiva térmica 178 permitem que uma curva de calibragem seja determinada para os dados da imagem. Assim, as temperaturas da tampa de extremidade 324 podem ser determinadas com alta exatidão e precisão.

As figuras 18 e 19 mostram as imagens térmicas mostradas nas figuras 16 e 17, respectivamente, sobrepostas com desenhos que representam as imagens mostradas nas figuras 14 e 15, respectivamente. Em particular, em virtude de a posição relativa da marca distintiva térmica 178 visível na imagem mostrada na figura 15 ser conhecida em relação à marca distintiva ótica 166 mostrada nas figuras 17 e 19, em uma modalidade, a imagem ótica mostrada na figura 15 pode ser alinhada, ou de outra forma comparada, com a imagem térmica mostrada na figura 17, como representado na figura 19. Da forma mostrada na figura 18, em virtude de as posições relativas da imagem térmica mostrada na figura 16 e de as posições relativas das imagens óticas mostradas na figura 14 ser conhecidas com base nas posições e orientações relativas conhecidas dos dispositivos de captura de imagem 152 e 154 em uma modalidade, a imagem térmica mostrada na figura 16 pode ser alinhada, ou de outra forma comparada, com a imagem ótica mostrada na figura 14. Dessa maneira, em uma modalidade, as posições dos locais quentes em relação à tampa de extremidade 324 podem ser determinadas com altas exatidão e precisão. Além do mais, em uma modalidade, se a tampa de extremidade 324 não for rotacionalmente simétrica, ou compreender uma marca de referência, a imagem sobreposta não somente mostra que existe pelo menos um local quente, mas pode ser usada para determinar a posição de todos tais locais quentes em relação à tampa de extremidade 324 não simétrica ou à marca de referência na tampa de extremidade 324.

A figura 20 ilustra uma outra modalidade dos sistemas, métodos e dispositivos de acordo com esta invenção. Da forma mostrada na figura 20, uma segunda estação de inspeção 400 exemplar inclui, em pelo menos um lado das linhas, pelo menos um dispositivo de captura de imagem vertical 420 que é orientado para que o lado de uma parte do material rodante esteja em um campo de visualização do dispositivo de captura de imagem 420. Da forma mostrada nas figuras 21-24, em uma modalidade, cada dispositivo de captura de imagem vertical 420 captura uma imagem de pelo menos uma parte de um lado de uma parte do material rodante.

Em operação, depois que o dispositivo de captura de imagem 420 capturou duas ou

mais imagens de uma parte do material rodante, as imagens podem ser comparadas, ou de outra forma analisadas. Em particular, as várias modalidades exemplares, as duas imagens capturadas de lados opostos daquela parte do material rodante são imagens capturadas de extremidades opostas da parte do material rodante. As imagens são comparadas para determinar se a quantidade de inclinação, ou a quantidade de fuga da vertical, da parte do material rodante é substancialmente a mesma em cada par de imagens. Se for o caso, então, a quantidade de inclinação pode ser comparada com uma quantidade limite para determinar se a quantidade de inclinação está além de uma quantidade máxima permitida. Se for o caso, a quantidade e a natureza fixa da inclinação podem indicar um problema com a suspensão de pelo menos um dos vagões / vagões de plataforma daquela parte do material rodante. Se desejável, aquela parte do material rodante pode ser retirada de operação, inspecionada e, se necessário, reparada assim que possível.

Percebe-se que, tipicamente, à medida que o material rodante move-se ao longo das estradas de ferro, o material rodante com um sistema de suspensão em bom estado oscila para trás e para frente, inclinando em uma pequena quantidade em cada direção. Quando pelo menos um componente de suspensão associado com pelo menos um dos vagões tiver algum tipo de defeito, tipicamente, a parte do material rodante inclinará em uma quantidade que é maior do que o máximo para o qual ela foi projetada. Adicionalmente, a parte do material rodante inclinará, tipicamente, em uma quantidade substancialmente constante já que ela não pode mais oscilar em função do(s) componente(s) de suspensão defeituoso(s). Como tal, quando as duas imagens da parte do material rodante com um sistema de suspensão em bom estado são tiradas de acordo com uma modalidade desta invenção, a quantidade e/ou direção da oscilação deve ser diferente entre as duas imagens. De fato, é improvável que, quando o sistema de suspensão estiver operando corretamente, a quantidade de oscilação e a direção da oscilação capturadas nas duas imagens sejam precisamente idênticas.

Em uma modalidade, as figuras 21 e 22 representam imagens capturadas das extremidades frontal e traseira de um vagão-tanque 450 mostrado na figura 20. Da forma mostrada nas figuras 21 e 22, a quantidade e/ou direção da inclinação do vagão-tanque 450 nestas duas imagens capturadas são diferentes e, talvez, estão abaixo de uma inclinação máxima permitida. Ao contrário, da forma mostrada nas figuras 23 e 24, a parte do material rodante 452 tem, nestas duas imagens capturadas de uma modalidade da presente invenção, uma quantidade de inclinação que excede as limitações de inclinação e é substancialmente a mesma nas duas imagens capturadas. Assim, as imagens representadas nas figuras 23 e 24 indicam que é provável que algum componente dos sistemas de suspensão de um ou de ambos os vagões da locomotiva 452 estejam defeituosos e/ou com necessidade de reparo. Em uma modalidade, quando as imagens da locomotiva 452 indicam que a locomotiva 453

está inclinando inapropriadamente, a locomotiva 452 pode ser retirada de operação e inspecionada manualmente sem interromper substancialmente a operação do resto do trem e/ou sem ocasionar nenhum problema ou dano, caso o sistema de suspensão tenha defeitos adicionais.

5 A figura 25 ilustra uma situação fora de bitola. Em particular, a figura 25 mostra uma outra modalidade exemplar de uma estação de inspeção 500 que é usada para determinar se uma locomotiva e/ou sua carga está fora de bitola. Da forma mostrada na figura 25, em uma modalidade, a estação de inspeção 500 inclui pelo menos um dispositivo de captura de imagem vertical 520 posicionado acima e/ou ao lado da linha e/ou da locomotiva, e pelo
10 menos um dispositivo de captura de imagem horizontal 522 posicionado para visualização através do topo da parte do material rodante. Nas várias modalidades exemplares, tais como aquelas mostradas na figura 25, os dispositivos de captura de imagem verticais 520 são conectados e/ou suspensos a partir da ponte de sinalização ressaltada 510 ou de outra estrutura que se estende sobre o trilho. Em particular, na figura 25, a parte do material rodante
15 é um transportador de contêiner. Tipicamente, transportadores de contêiner são projetados para ter contêineres de carga para navegação no mar diretamente carregados sobre eles. Da forma mostrada na figura 25, tipicamente, dois ou mais contêineres de carga para navegação no mar estão tipicamente empilhados um no topo do outro em uma parte do material rodante como esta. Embora, tipicamente, o contêiner de carga da base possa ser segura-
20 mente anexado na estrutura da locomotiva, algumas vezes é mais difícil anexar seguramente o segundo contêiner de carga sobre o primeiro contêiner de carga e/ou o terceiro contêiner de carga sobre o segundo contêiner de carga. Dessa maneira, da forma representada na figura 25, os segundo ou terceiro contêineres de carga podem se deslocar do lugar no material rodante.

25 Na modalidade mostrada na figura 25, o campo de visualização do dispositivo de captura de imagem vertical 520 e do dispositivo de captura de imagem horizontal 522 define um envelope que, no geral, corresponde a um envelope fora de bitola da ferrovia. Nas várias modalidades exemplares, na estação de inspeção 500, os dispositivos de captura de imagem 520 e 522 são posicionados e/ou arranjados de maneira tal que o envelope fora de bitola seja alinhado com um ponto definido no campo de visualização dos dispositivos de cap-
30 tura de imagem 520 e 522. Contanto que o veículo ferroviário e sua carga fiquem no envelope fora de bitola, o veículo ferroviário e sua carga não devem entrar em contato com nenhuma ponte, escoras, laterais de túneis ou penhascos, outras locomotivas, ressaltos, sinais e congêneres.

35 Dessa maneira, durante a inspeção do material rodante que não está fora de bitola, nenhum elemento da parte do material rodante ou da sua carga se estende além do envelope fora de bitola. Ao contrário, tipicamente, uma situação fora de bitola, tal como aquela

mostrada na figura 25 terá pelo menos um componente da locomotiva ou da sua carga que se estende além do envelope fora de bitola.

Em particular, em operação nas várias modalidades exemplares, à medida que o material rodante move-se para além da estação de inspeção da imagem 500, os dispositivos de captura de imagem 520 e 522 capturam imagens das várias partes do material rodante, ou quando disparados, tal como quando um feixe que se estende através das linhas é rompido por uma roda ou por um vagão / vagão de plataforma. Adicionalmente, como exposto em relação às figuras 20-24, em função na natureza dinâmica da oscilação do material rodante, é necessário confirmar a análise da estação de inspeção 500. Adicionalmente, percebe-se que nas várias modalidades exemplares, pode ser desejável ter partes das imagens capturadas sobrepostas para que fique claro que nenhuma parte do material rodante não seja visualizada ou fique visível nas imagens obtidas pelos dispositivos de captura de imagem 520 e 522.

Da forma mostrada na figura 25, em uma modalidade, pelo menos um marcador de referência 530 fica localizado no nível do trilho ou acima dele e fica posicionado de maneira tal que ele se estenda para o interior do campo de visualização de um dispositivo de captura de imagem vertical 520. Entende-se que pode ser vantajoso conectar o marcador de referência 530 no trilho para que a contribuição de qualquer deformação, curvatura ou congêneres do trilho possa ser fatorada na análise fora de bitola.

Em uma modalidade, a marca de referência pode ser conectada no solo ou em um outro ponto. Alternativamente, a informação que pode ser obtida a partir da primeira modalidade exemplar da estação de inspeção 100 mostrada na figura 1 pode ser usada para fornecer informação similar. Isto é, como exposto em relação à figura 8, em uma modalidade, a quantidade de deformação, curvatura ou congêneres do trilho pode ser identificada pela comparação da posição do marcador de referência montado no trilho 140 conectado no trilho 112 com a posição do marcador de referência montado no solo 130.

Nas várias modalidades exemplares, o marcador de referência 530 pode ser uma placa chata ou elemento tipo folha que inclui inúmeras linhas espaçadas na superfície voltada para os dispositivos de captura de imagem 520 ou 522. No geral, as linhas correrão paralelas ao trilho e/ou serão uniformemente espaçadas, embora elas não precisem ser. Depois de capturar uma imagem que inclui um elemento potencialmente fora de bitola e o marcador de referência 530, a posição do elemento potencialmente fora de bitola em relação ao envelope de bitola pode ser determinada. Um marcador de referência 530 como este também pode ser usado para determinar a qualidade da iluminação, isto é quanta luz e quão bem a luz está iluminando o marcador de referência.

Similarmente, uma outra modalidade exemplar de uma estação de inspeção 500 de acordo com esta invenção pode ser usada para fornecer informação sobre a quantidade de

oscilação da parte de material rodante em particular quando a análise fora de bitola for realizada. Percebe-se que o uso de informação sobre a oscilação e curvatura ou deformação do trilho durante a análise da parte de material rodante em particular para uma situação fora de bitola pode ser usado para impedir efeitos de oscilação e/ou curvatura / deformação do trilho provenientes do mascaramento do que, de outra forma, seria uma situação fora de bitola. Isto é, a direção e a quantidade de curvatura do trilho e/ou oscilação, em certos pontos, podem neutralizar e, de outra forma, reduzir temporariamente a severidade de uma situação fora de bitola em potencial e/ou intermitente. Em uma modalidade, pela classificação da quantidade de curvatura de trilho e/ou oscilação com base nos marcadores de referência, uma situação fora de bitola em potencial pode ser analisada de forma mais exata e precisa.

Em uma modalidade, os dispositivos de captura de imagem verticais 520 são posicionados, orientados e/ou arranjados de maneira tal que pelo menos uma parte do material rodante que passa esteja em um campo de visualização de um ou mais dos dispositivos de captura de imagem. Em operação, à medida que o material rodante passa através de uma estação de inspeção de imagem 500, em uma modalidade, os dispositivos de captura de imagem verticais 520 capturam imagens de pelo menos partes ou componentes do material rodante. Em uma modalidade, as imagens capturadas também podem conter um ou mais marcadores de referência. As imagens capturadas podem ser usadas para determinar a quantidade, natureza e/ou extensão da inclinação e/ou da oscilação do material rodante para determinar se o sistema de suspensão do material rodante possa estar com necessidade de reparo.

Percebe-se que, nas várias modalidades exemplares, pelo menos um dispositivo de captura de imagem 120, 152, 154, 420, 520 e/ou 522 pode capturar uma imagem pelo menos quando um dos vagões de uma parte do material rodante passar por um dispositivo de captura de imagem. Em uma modalidade, isto pode ser realizado pela projeção de um feixe de laser ou congêneres em uma altura acima dos trilhos, tal como uma altura que corresponde às rodas e/ou aos vagões ou vagões de plataforma. Em uma modalidade, um feixe pode ser projetado através das linhas, tal como entre as estruturas de montagem localizadas nos lados opostos da linha. Em uma modalidade, quando o feixe for interrompido pela roda ou pelo vagão / vagão de plataforma, pelo menos um dos dispositivos de captura de imagem 120, 152, 154, 420, 520 e/ou 522 é disparado para capturar uma imagem da parte do material rodante. Em uma modalidade, cada vez que o feixe for rompido, pelo menos um dos dispositivos de captura de imagem 120, 152, 154, 420, 520 e/ou 522 é disparado. Nas várias outras modalidades exemplares, um ou mais dos dispositivos de captura de imagem 120, 152, 154, 420, 520 e/ou 522 captura imagens de uma parte do material rodante continuamente à medida que este material rodante passa. Nas várias outras modalidades exemplares, um sensor de proximidade ou congêneres, tal como aquele divulgado no pedido '910

incorporado, pode ser usado para fornecer o sinal de gatilho a um ou mais dos dispositivos de captura de imagem 120, 152, 154, 420, 520 e/ou 522. Nas várias modalidades, outros aparelhos ou métodos conhecidos ou desenvolvidos posteriormente, tais como métodos matemáticos, podem ser usados para disparar pelo menos um dos dispositivos de captura de imagem 120, 152, 154, 420, 520 e/ou 522.

Em uma modalidade, um ou mais dos dispositivos de captura de imagem 120, 152, 154, 420, 520 e/ou 522 é associado com uma fonte de energia cabos de energia e de sinal que interconectam operativamente um ou mais dos dispositivos de captura de imagem 120, 152, 154, 420, 520 e/ou 522 com uma unidade central de processamento. A unidade central de processamento pode incluir processadores de sinal digital ou outros dispositivos para armazenamento, transferência, sincronia e comunicação de dados e/ou de imagens de um ou mais dos dispositivos de captura de imagem 120, 152, 154, 420, 520 e/ou 522 até a unidade central de processamento. Em uma modalidade, a informação proveniente de um ou mais dos dispositivos de captura de imagem 120, 152, 154, 420, 520 e/ou 522 é comunicada à unidade central de processamento e é armazenada. Software de comunicação e/ou software de avaliação de dados podem ser instalados na unidade central de processamento. Comunicações até a unidade central de processamento podem ser adicionalmente processadas e/ou armazenadas de forma permanente ou temporária na unidade central de processamento. Comunicações também podem ser retransmitidas ou transferidas até um local remoto. A unidade central de processamento pode ser opcionalmente interconectada em inúmeros dispositivos periféricos, incluindo, mas sem limitações, uma unidade de exibição visual, um teclado (ou mouse ou tela sensível ao toque), uma impressora, e/ou outros dispositivos periféricos adequados para exibir imagens, dados e/ou cálculos ou para fornecer entrada de comandos, sinais, etc. A unidade central de processamento, a unidade de exibição visual e todos os dispositivos periféricos podem ficar localizados juntamente ou separados em qualquer local ou locais adequados e podem compreender uma configuração de computador adequada. Pelo menos um dispositivo de captura de imagem 120, 152, 154, 420, 520 e/ou 522, a unidade central de processamento, a unidade de exibição visual e/ou todos os dispositivos periféricos podem comunicar por inúmeros caminhos de comunicação convencionais. Por exemplo, mas sem pretender limitar o escopo da invenção, caminhos de comunicação podem ser ligações de comunicação com fios, tal como um cabo de sinal, e/ou um caminho sem fios, tais como uma ligação por rádio, caminho celular e/ou ligação por satélite.

A figura 26 é um fluxograma que esboça uma modalidade exemplar de um método para obter e analisar imagens que usam marcadores de referência de acordo com esta invenção. Da forma mostrada na figura 26, iniciando na etapa S100, a operação do método continua até a etapa S110, onde a presença de uma roda ou outro componente de uma parte do material rodante de ferrovia, ou do próprio veículo ferroviário, é percebida. Então, na

etapa S120, uma imagem da roda ou de outro componente de interesse, em que a imagem inclui pelo menos um marcador de referência, é capturada. A seguir, na etapa S130, o um ou mais marcadores de referência na imagem capturada são localizados. Então, a operação continua até a etapa S140.

5 Na etapa S140, são identificados um ou mais objetos de interesse que aparecem, ou que supõe-se que aparecem, na imagem capturada. A seguir, na etapa S150, os locais de cada um dos um ou mais objetos de interesse são determinados em relação a um ou mais marcadores de referência localizados. Como exposto, se um marcador de referência em particular que aparece na imagem capturada for um marcador de referência montado no trilho, o local determinado também é, assim, em relação ao trilho ou, possivelmente, a algum
10 outro elemento em particular, no qual o marcador de referência montado no trilho está associado. Como indicado anteriormente, o elemento pode ser o trilho, um dormente, ou qualquer outro elemento apropriado para o qual o local do objeto de interesse em relação àquele elemento é desejado. Se um marcador de referência em particular for um marcador de referência montado no solo, então, o local determinado fornece uma posição para os objetos de
15 interesse em relação ao solo ou a outro elemento, no geral, estável. Então, na etapa S160, tanto a imagem capturada, os locais determinados do um ou mais objetos de interesse em relação ao um ou mais marcadores de referência localizados, quanto ambos, são transmitidos a algum sistema de processamento ou processo à jusante. Então, a operação continua
20 até a etapa S170, onde o método termina.

Percebe-se que, nas várias modalidades exemplares, o sistema de processamento ou processo à jusante pode ser qualquer sistema, dispositivo, método, técnica ou congêneres conhecidos ou desenvolvidos posteriormente para analisar adicionalmente a imagem capturada e/ou a informação de local determinado transmitido na etapa S160 para cada ro-
25 da. Por exemplo, o sistema de processamento ou processo à jusante pode combinar a distância de local relativa a partir da superfície posterior de uma roda da parte do material rodante até um marcador de referência montado no solo com a distância conhecida ou determinada entre o marcador de referência montado no solo e um outro marcador de referência montado no solo em uma imagem correspondente para determinar a distância entre as su-
30 perfícies posteriores das duas rodas no mesmo eixo.

A figura 27 é um fluxograma que esboça uma modalidade exemplar de um método para analisar e exibir imagem de um marcador de referência não espacial de acordo com esta invenção. Da forma mostrada na figura 27, a operação do método começa na etapa S200 e continua até a etapa S210, onde a presença de uma roda ou de outro componente
35 de uma parte do material rodante ou do próprio veículo ferroviário é percebida. Então, na etapa S220, pelo menos uma imagem térmica da roda ou de outro componente de interesse, é capturada e pelo menos uma imagem térmica de um marcador de referência térmico é

capturada. Tipicamente, a imagem que inclui pelo menos um marcador de referência térmico será espaçada da imagem da roda ou de outro composto de interesse. A seguir, na etapa S230, é feita uma determinação se uma ou mais temperaturas na imagem capturada deve ser determinada. Se não, a operação salta até a etapa S280. Caso contrário, a operação

5 continua até a etapa S240.

Percebe-se que, nas várias modalidades exemplares, na etapa S220, além da informação térmica, ou em seu lugar, algum outro tipo de informação não espacial pode ser recebido.

Na etapa S240, são localizados um ou mais pontos de referência térmicos fornecidos por um ou mais marcadores de referência térmicos na imagem térmica de referência

10 capturada. A seguir, na etapa S250, são determinados os valores da imagem para os um ou mais pontos de referência térmicos. Isto é, se a imagem térmica for uma imagem de 8 bits, de maneira tal que cada pixel na imagem térmica tenha 256 valores possíveis, isto é, valores entre 0 e 255, os valores da imagem dos pixels que correspondem a um ou mais dos

15 pontos de referência térmicos nos um ou mais marcadores de referência térmicos são determinados. Então, na etapa S260, os valores das imagens, tais como, por exemplo, valores da imagem de 0-255, que ocorrem na imagem térmica capturada do componente de interesse, são calibrados com base nos valores de imagem determinados dos pontos de referência térmicos e nas temperaturas conhecidas dos pontos de referência térmicos. Isto é, se o

20 marcador de referência térmico tiver um, dois ou mesmo mais diferentes pontos de referência com diferentes temperaturas de referência, uma curva de calibragem pode ser desenhada entre os valores da imagem para aqueles pontos de referência em diferentes temperaturas de referência para gerar uma curva de calibragem que correlaciona os valores da imagem com várias temperaturas com base nas temperaturas de referência e nos valores da

25 imagem correspondentes. Então, a operação continua até a etapa S270.

Na etapa S270, as temperaturas de um ou mais objetos de interesse que correspondem a várias áreas na imagem térmica capturada do componente de interesse são determinadas com base nos seus valores de imagem na imagem térmica capturada e na curva de calibragem na etapa S270. Então, na etapa S280, é feita uma determinação se os locais

30 espaciais dos objetos de interesse devem ser determinados. Se não, então, a operação salta diretamente até a etapa S320. Caso contrário, a operação continua até a etapa S290.

Na etapa S290, os locais espaciais de um ou mais objetos de interesse são identificados na imagem térmica capturada ou em uma imagem ótica correspondente capturada. A seguir, na etapa S300, os locais espaciais dos pontos de referência térmicos na imagem

35 térmica capturada ou em uma imagem ótica correspondente capturada são determinados.

Nas várias modalidades exemplares, os pontos de referência térmicos no marcador de referência térmico são arranjados em uma forma geométrica que não é provável estar

presente na imagem térmica capturada. Alternativamente, quando uma imagem ótica correspondente for obtida, os marcadores de referência expostos em relação às figuras 1-8 podem ser usados. Neste caso, tipicamente, os pontos de referência térmicos ficarão localizados em posições conhecidas no marcador de referência ótico, tais como nas extremidades dos vários braços que se estendem e/ou na interseção dos braços no marcador de referência.

Então, na etapa S310, com base nos pontos de referência óticos ou térmicos na imagem térmica de referência ou em uma imagem ótica correspondente capturada e em informação conhecida sobre os locais relativos e/ou em orientações espaciais dos dispositivos de captura de imagem do componente de interesse e nos dispositivos de captura de imagem do marcador de referência, os locais espaciais dos objetos de interesse ficam localizados em alta precisão e exatidão em relação aos pontos de referência térmicos para localizar as temperaturas obtidas a partir da imagem térmica em alta exatidão e precisão em relação aos componentes da parte do material rodante que aparece na imagem ótica correspondente. Então, a operação continua até a etapa S320, onde a operação do método termina.

A figura 28 é um fluxograma que esboça uma modalidade exemplar de um método para determinar se uma parte do material rodante está empenando inapropriadamente de acordo com esta invenção. Da forma mostrada na figura 28, a operação do método começa na etapa S400 e continua até a etapa S410, onde um primeiro vagão, ou algum outro componente projetado, de uma parte do material rodante é percebido à medida que ele passa por um local de captura de imagem. Então, na etapa S420, uma primeira imagem de uma parte do material rodante é capturada à medida que o primeiro vagão ou o outro componente projetado passa no local de captura de imagem. A seguir, na etapa S430, a presença do segundo vagão ou de algum outro componente projetado da parte do material rodante é percebida à medida que ele passa no local de captura de imagem. Então, a operação continua até a etapa S440.

Na etapa S440, uma segunda imagem da parte do material rodante é capturada à medida que o segundo vagão ou outro componente projetado passa pelo local de captura de imagem. A seguir, na etapa S450, as primeira e segunda imagens são analisadas, comparadas ou de outra forma inspecionadas para determinar a quantidade de inclinação em cada uma das primeira e da segunda imagens capturadas. Então, na etapa S460, é feita uma determinação, com base na análise, comparação ou outra inspeção, se a parte do material rodante está inclinando em alguma quantidade em cada imagem, e se esta quantidade excede um limite definido. Se ambas as situações for encontradas nas imagens capturadas, isto é, em ambas as imagens a parte do material rodante está inclinando, substancialmente, na mesma quantidade excessiva, a operação continua até a etapa S470. Caso contrário, a

operação salta até a etapa S490.

Em virtude de o veículo estar inclinando, substancialmente, na mesma quantidade excessiva em cada imagem e, em virtude de esta quantidade ser maior do que o limite, aquela parte do material rodante está inclinando inapropriadamente, de maneira tal que é altamente provável que aquela parte do material rodante tenha um ou mais componentes de suspensão rompidos e/ou defeituosos. Dessa maneira, na etapa S470, aquela parte do material rodante é identificada. Então, na etapa S480, é gerada uma notificação ao pessoal da manutenção da ferrovia identificando a parte em particular do material rodante e indicando que ela está inclinando inapropriadamente. Em várias modalidades exemplares, esta notificação permite que o pessoal da manutenção da ferrovia remova aquela parte do material rodante da ferrovia e a inspecione para determinar se é necessário fazer algum reparo e, se for o caso, para fazer os reparos antes que a parte do material rodante tenha um defeito catastrófico. Então, a operação continua até a etapa S490, onde a operação do método termina.

A figura 29 é um fluxograma que esboça uma modalidade exemplar de um método para determinar se uma parte do material rodante está passando por uma situação fora de bitola. Da forma mostrada na figura 29, a operação do método começa na etapa S500 e continua até a etapa S510, onde um trem do material rodante de uma estrada de ferro é examinado para identificar todas as ocorrências de uma situação fora de bitola em potencial com todos os materiais rodantes. Percebe-se que isto pode ser realizado usando qualquer método conhecido ou desenvolvido posteriormente. Então, na etapa S520, é feita uma determinação se uma situação fora de bitola foi detectada. Se for o caso, a operação continua até a etapa S530. Caso contrário, a operação retorna até a etapa S510, onde o trem do material rodante continua a ser examinado.

Na etapa S530, uma imagem da situação fora de bitola em potencial é capturada. A seguir, na etapa S540, todos os elementos fora de bitola em potencial na imagem capturada são localizados. Então, na etapa S550, um ou mais marcadores de referência são localizados na imagem capturada. Então, a operação continua até a etapa S560.

Na etapa S560, o local relativo na imagem capturada de todos os elementos fora de bitola em potencial é determinado em relação a um ou mais marcadores de referência localizados na imagem capturada. Então, na etapa S570, é feita uma determinação se o elemento fora de bitola em potencial está realmente fora de bitola. Se for o caso, a operação continua até a etapa S580. Caso contrário, a operação retorna até a etapa S510. Na etapa S580, é gerada uma notificação ao pessoal apropriado da ferrovia para notificá-los sobre a situação fora de bitola verificada. Então, a operação continua até a etapa S590, onde a operação do método termina.

Percebe-se que, nas várias modalidades exemplares, os marcadores de referência

podem ser usados para determinar vários tipos de informação sobre vários componentes da parte do material rodante à medida que as imagens daqueles componentes e de um ou mais marcadores de referência são capturadas. Por exemplo, como exposto, pode ser capturada uma única imagem que inclui um ou mais marcadores de referência e um ou mais componentes de interesse da parte do material rodante. Então, aquela imagem pode ser analisada para extrair informação sobre cada componente de interesse que aparece naquela imagem capturada com base nos um ou mais marcadores de referência que aparecem na imagem capturada ou em relação a eles.

Por exemplo, se aquela imagem for uma imagem ótica, a informação pode ser a distância de um ponto em um do(s) componente(s) de interesse até um ponto em um do(s) marcador(s) de referência. Esta distância pode ser ao longo de uma linha que se estende entre aqueles pontos, ou uma distância perpendicular em relação a um eixo geométrico determinado que passa através daquele ponto naquele marcador de referência. Alternativamente, ou adicionalmente, a informação pode ser uma dimensão daquele componente ou um recurso daquele componente. Aquela dimensão pode ser baseada em uma escala fornecida por um ou mais do(s) marcador(s) de referência que aparece(s) naquela imagem capturada e/ou baseada em um eixo geométrico de medição estabelecido ou fornecido por tal(s) marcador(s) de referência. Igualmente, como exposto, se a imagem for uma imagem térmica ou outro tipo de imagem que inclui informação não ótica, a informação pode ser temperatura ou alguma outra informação com base não ótica e/ou não espacial.

Alternativamente, duas ou mais imagens podem ser capturadas, em que cada imagem inclui um ou mais marcadores de referência e um ou mais componentes de interesse da parte do material rodante. Nas várias modalidades exemplares, as duas imagens podem ser capturadas por dois dispositivos de captura de imagem diferentes, e podem capturar dois componentes de interesse diferentes da parte do material rodante ao mesmo tempo, ou quase ao mesmo tempo. Então, estas imagens podem ser analisadas para extrair informação sobre os componentes de interesse que aparecem naquelas imagens capturadas com base nos um ou mais marcadores de referência que aparecem naquela imagem capturada e/ou em relação a eles. Por exemplo, a distância entre dois marcadores de referência que aparecem nas duas imagens pode ser conhecida. Então, para cada uma das duas imagens capturadas, se uma distância entre um ponto em um componente de interesse que aparece naquela imagem e o marcador de referência naquela imagem for determinada, uma distância entre aqueles pontos nos dois componentes de interesse pode ser determinada com base na distância conhecida entre aqueles dois marcadores de referência.

Alternativamente, em várias outras modalidades exemplares, as duas imagens podem ser capturadas pelo mesmo dispositivo de captura de imagem que captura dois diferentes componentes de interesse da parte do material rodante em momentos diferentes. Os

mesmos um ou mais marcadores de referência também devem aparecer nas duas imagens. Então, as posições, para imagens óticas, temperaturas, para imagens térmicas, ou outros valores de interesse, para outros parâmetros não espaciais, para os dois componentes de interesse podem ser comparados em relação aos mesmos um ou mais marcadores de referência.

Ao contrário de ambas as alternativas expostas, em ainda outras modalidades exemplares, as duas imagens podem ser capturadas pelos mesmos dispositivos de captura de imagem ou por dispositivos de captura de imagem diferentes para capturar duas imagens dos mesmos componentes de interesse da parte do material rodante em diferentes momentos. Um ou mais marcadores de referência também devem aparecer nas duas imagens. Então, as posições, para imagens óticas, temperaturas, para imagens térmicas, ou outros valores de interesse, para parâmetros não espaciais, para os dois componentes de interesse podem ser comparados com base naqueles um ou mais marcadores de referência. Por exemplo, imagens térmicas de uma tampa de extremidade de uma roda de um vagão de uma dada parte do material rodante podem ser capturadas em diferentes momentos. Então, estas duas imagens podem ser calibradas e comparadas com base nos vários um ou mais marcadores de referência que aparecem nas duas imagens capturadas para determinar como a temperatura do mancal mudou em vista do tempo decorrido entre os momentos em que as duas imagens foram capturadas.

Embora esta invenção tenha sido descrita em conjunto com as modalidades exemplares expostas, várias alternativas, modificações, variações, melhorias e/ou equivalentes substanciais, sejam conhecidos, sejam ou que possam ser previstos, podem ficar aparente aos versados na técnica. Dessa maneira, pretende-se que as modalidades exemplares da invenção apresentada anteriormente sejam ilustrativas e não limitantes. Portanto, pretende-se que a invenção abrace todas as alternativas, modificações, variações, melhorias e/ou equivalentes substanciais conhecidos ou posteriormente desenvolvidos.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de captura de imagem associado com uma ferrovia, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um primeiro dispositivo de captura de imagem; e

um primeiro marcador de referência localizado adjacente a um primeiro trilho da dita ferrovia;

em que o primeiro dispositivo de captura de imagem fica localizado e/ou orientado de maneira tal que o primeiro marcador de referência apareça em um campo de visualização do primeiro dispositivo de captura de imagem.

2. Sistema de captura de imagem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente um segundo marcador de referência localizado adjacente ao primeiro marcador de referência e no campo de visualização do primeiro dispositivo de captura de imagem.

3. Sistema de captura de imagem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro marcador de referência é adaptado para ficar interconectado no dito primeiro trilho e/ou em pelo menos um outro componente da dita ferrovia.

4. Sistema de captura de imagem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro marcador de referência fica localizado em uma posição substancialmente fixa, próxima do dito primeiro trilho.

5. Sistema de captura de imagem, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro marcador de referência é adaptado para ficar interconectado no dito primeiro trilho e/ou em pelo menos um outro componente da dita ferrovia, e o segundo marcador de referência fica localizado em uma posição substancialmente fixa.

6. Sistema de captura de imagem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente um segundo dispositivo de captura de imagem localizado e orientado de maneira tal que uma parte ou componente de um veículo ferroviário que passa apareça em um campo de visualização do segundo dispositivo de captura de imagem.

7. Sistema de captura de imagem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

um segundo dispositivo de captura de imagem;

um segundo marcador de referência localizado adjacente a um segundo trilho da dita ferrovia; e

em que o segundo dispositivo de captura de imagem fica localizado e/ou orientado de maneira tal que o segundo marcador de referência apareça em um campo de visualiza-

ção do segundo dispositivo de captura de imagem.

8. Sistema de captura de imagem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente uma unidade central de processamento em comunicação com o primeiro dispositivo de captura de imagem.

5 9. Sistema de captura de imagem, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos uma imagem é capturada e utilizada para determinar pelo menos um de uma condição de esburacação de roda, da altura do flange da roda, da largura do flange da roda, da espessura do aro da roda, do ângulo do flange da roda, da distância costas com costas entre um par de rodas conectado por um eixo, da posi-
10 ção lateral de uma roda ao longo do primeiro trilho, da retidão do eixo, da centralização da tampa de extremidade, da altura do acoplador, de inclinação de um veículo, da condição da suspensão de um veículo e de uma condição fora de bitola.

10. Sistema de captura de imagem associado com uma ferrovia, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:
15 um dispositivo de captura de imagem; e
um dispositivo de referência localizado nas proximidades de um trilho da dita ferro-
via;

em que o dispositivo de captura de imagem é orientado de maneira tal que o dispositivo de referência apareça em um campo de visualização do dispositivo de captura de ima-
20 gem.

11. Sistema de captura de imagem, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos uma imagem é capturada e utilizada para determinar pelo menos um de uma condição de esburacação de roda, da altura do flange da roda, da largura do flange da roda, da espessura do aro da roda, do ângulo do flange da
25 roda, da distância costas com costas entre um par de rodas conectadas por um eixo, da posição lateral de uma roda ao longo do trilho, da retidão do eixo, da centralização da tampa de extremidade, da altura do acoplador, da inclinação de um veículo, da condição da suspensão de um veículo e de uma condição fora de bitola.

12. Método para obter informação sobre um veículo ferroviário e/ou pelo menos um
30 dos seus componentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

passar o dito veículo ferroviário ao longo de uma linha férrea através de uma região de captura de imagem, a região de captura de imagem com pelo menos um marcador de referência posicionado ao redor de pelo menos um trilho da linha férrea em um campo de visualização de pelo menos um dispositivo de captura de imagem; e

35 utilizar o dispositivo de captura de imagem para capturar uma primeira imagem que contém pelo menos uma parte do marcador de referência e pelo menos uma primeira parte ou componente do dito veículo ferroviário.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente analisar a primeira imagem para determinar informação sobre pelo menos uma da dita primeira parte ou componente do dito veículo ferroviário e do dito veículo ferroviário.

5 14. Método, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente utilizar o dispositivo de captura de imagem para capturar uma segunda imagem que contém pelo menos uma parte do marcador de referência e pelo menos uma segunda parte ou componente do dito veículo ferroviário.

10 15. Método, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente comparar a primeira imagem e a segunda imagem para determinar informação sobre pelo menos um do dito trilho, da dita primeira parte ou componente do dito veículo ferroviário, da dita segunda parte ou componente do dito veículo ferroviário e do dito veículo ferroviário.

15 16. Método, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

 analisar a primeira imagem para obter informação sobre pelo menos um do dito trilho, da dita primeira parte ou componente do dito veículo ferroviário e do dito veículo ferroviário;

20 analisar a segunda imagem para obter informação sobre pelo menos um do dito trilho, da dita segunda parte ou componente do dito veículo ferroviário e do dito veículo ferroviário; e

25 comparar a informação obtida a partir da análise da primeira imagem com a informação obtida a partir da análise da segunda imagem para determinar a condição de pelo menos um do trilho, da dita primeira parte ou componente do dito veículo ferroviário, da dita segunda parte ou componente do dito veículo ferroviário e do dito veículo ferroviário.

 17. Método, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

30 analisar a primeira imagem para obter informação sobre pelo menos um do dito trilho, da dita primeira parte ou componente do dito veículo ferroviário e do dito veículo ferroviário;

 analisar a segunda imagem para obter informação sobre pelo menos um do dito trilho, da dita segunda parte ou componente do dito veículo ferroviário e do dito veículo ferroviário; e

35 combinar a informação obtida a partir da análise da primeira imagem com a informação obtida a partir da análise da segunda imagem para determinar a condição de pelo menos um do dito trilho, da dita primeira parte ou componente do dito veículo ferroviário, da dita segunda parte ou componente do dito veículo ferroviário e do dito veículo ferroviário.

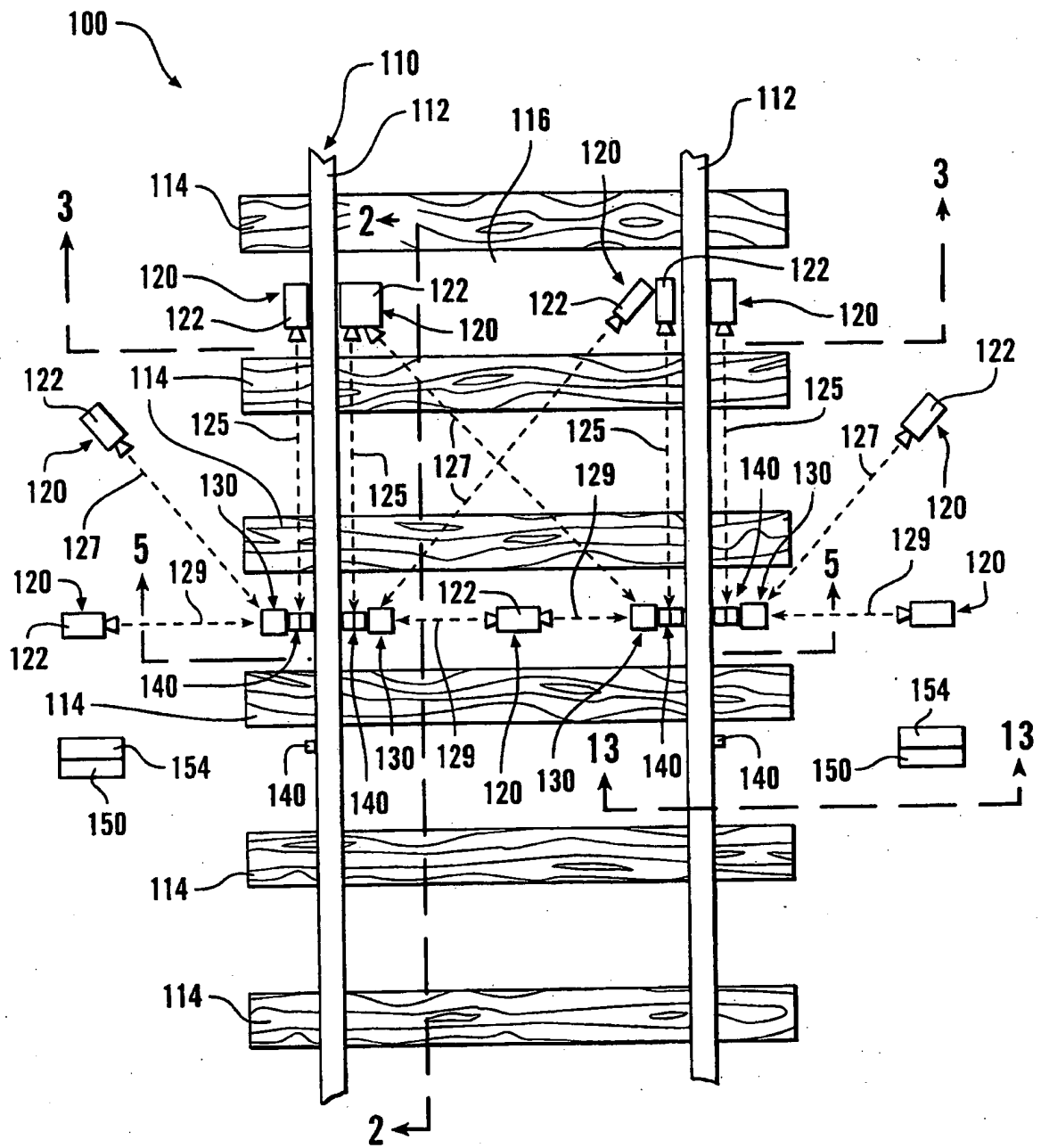


FIG. 1

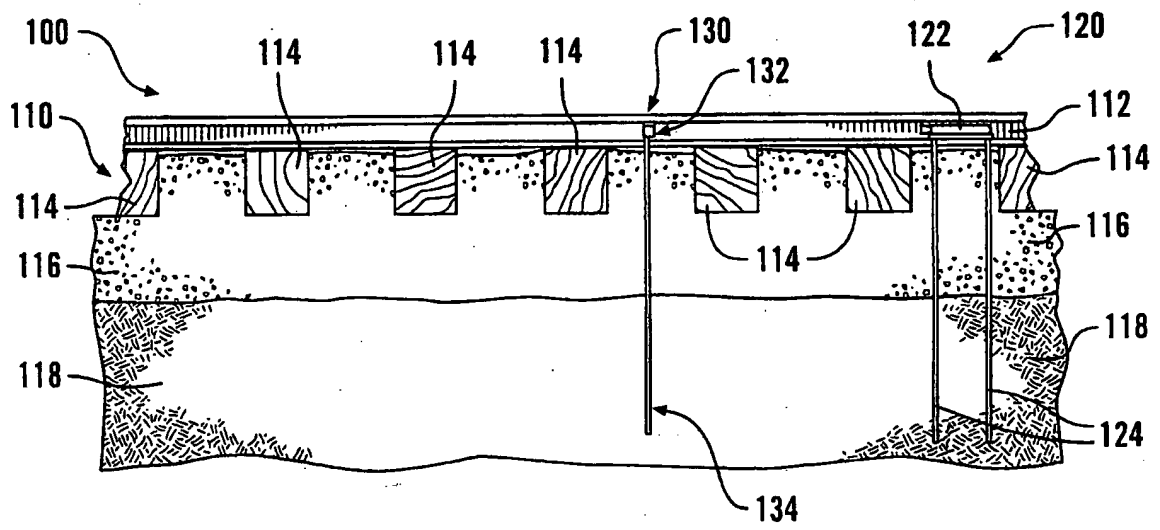


FIG. 2

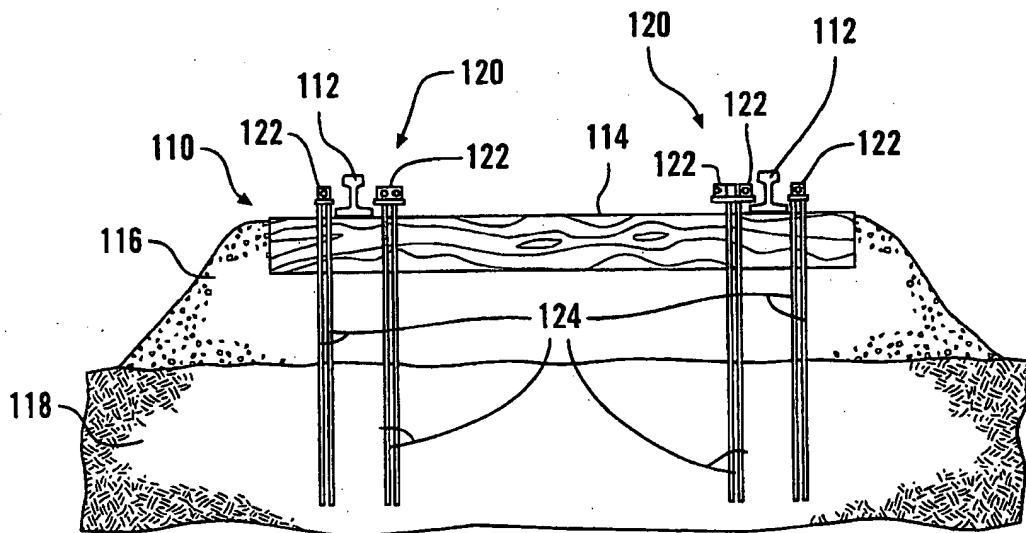
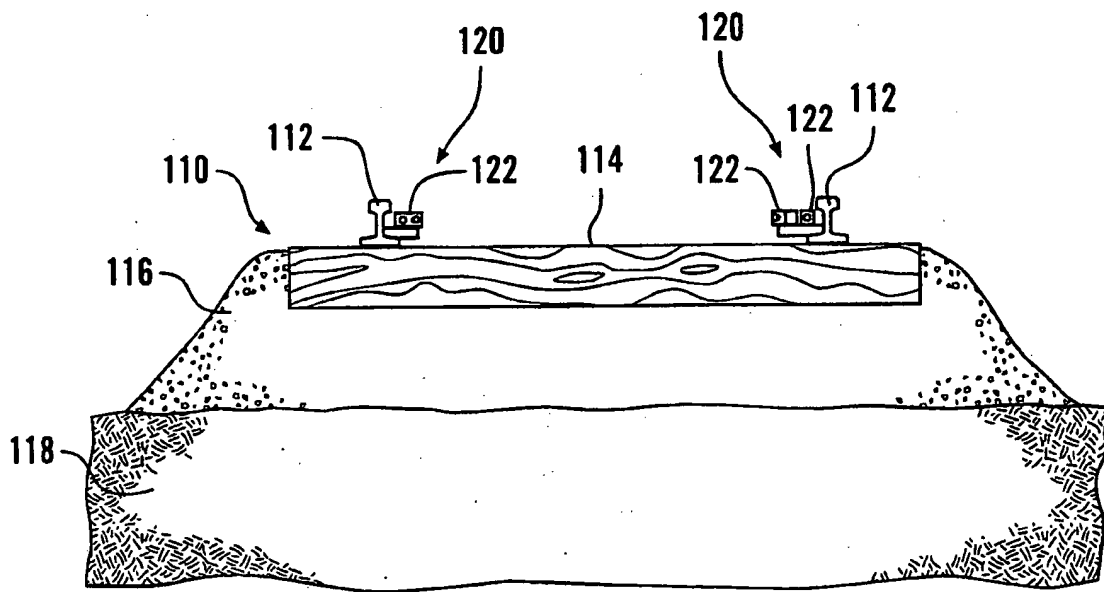
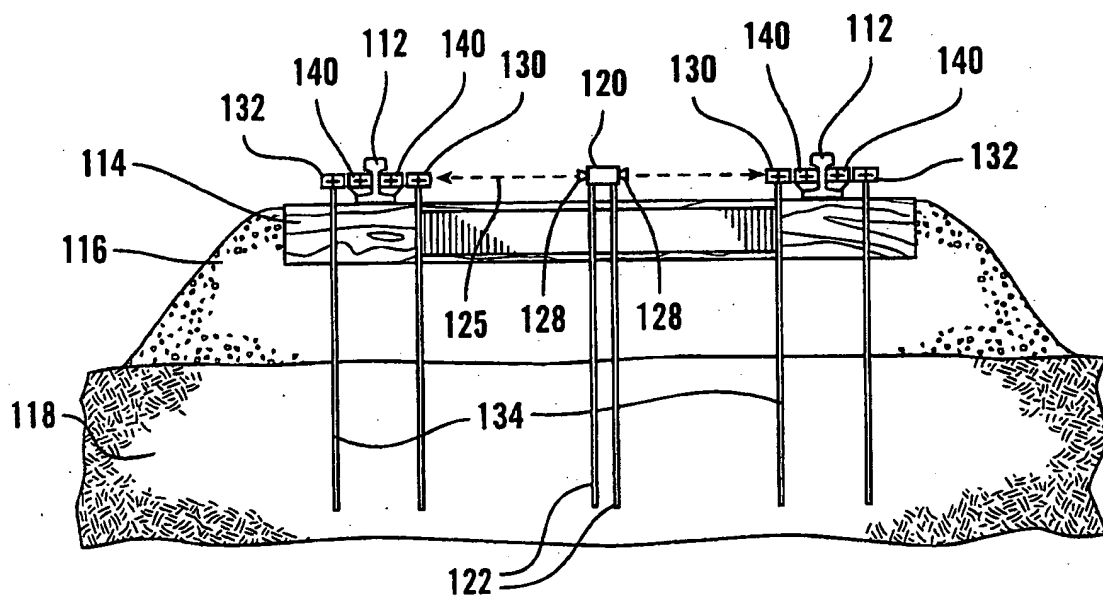


FIG. 3

**FIG. 4****FIG. 5**

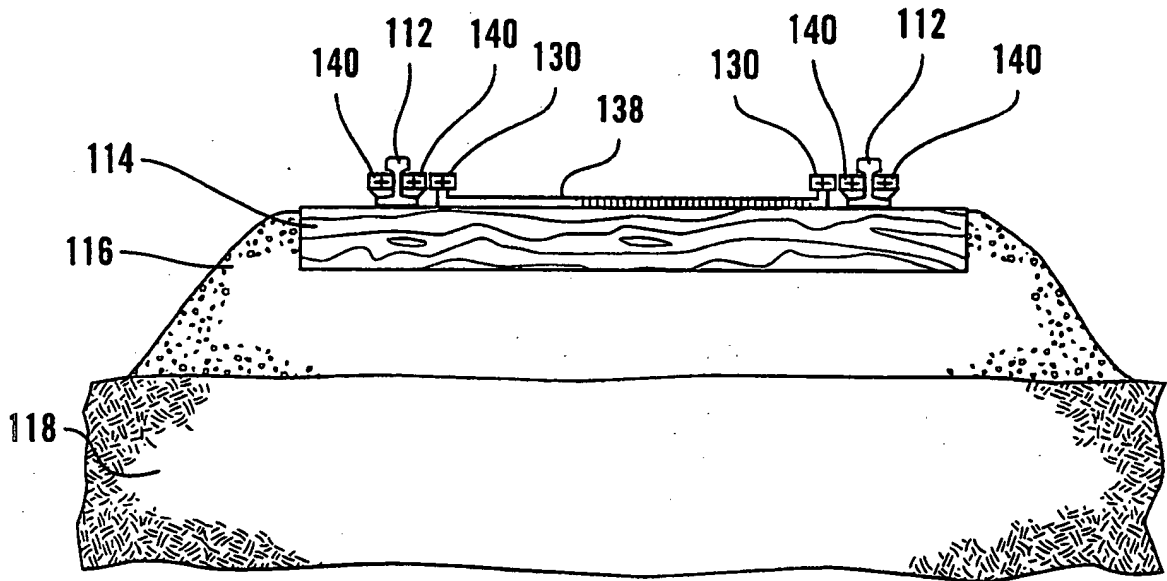


FIG. 6

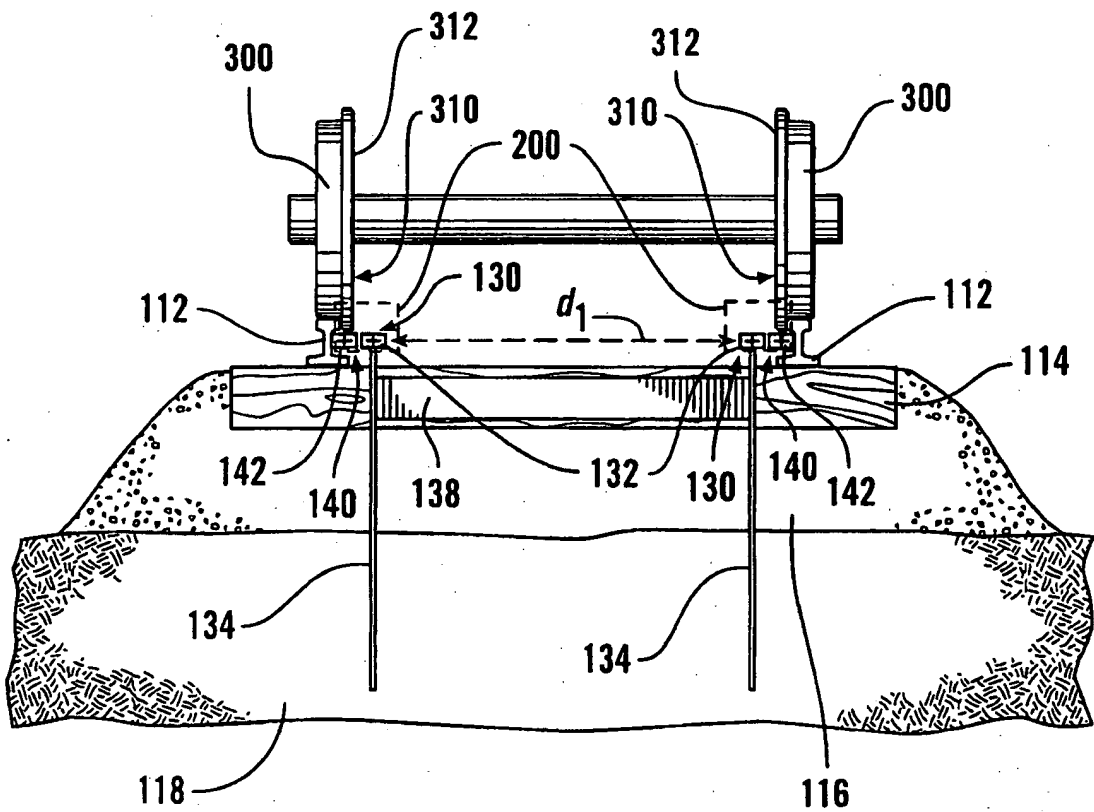


FIG. 7

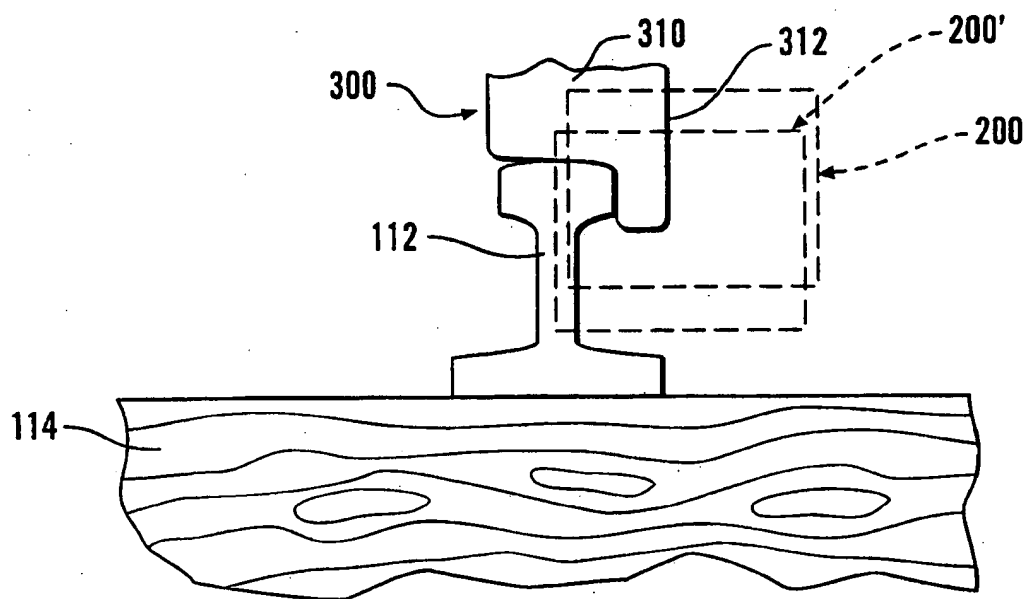


FIG. 8

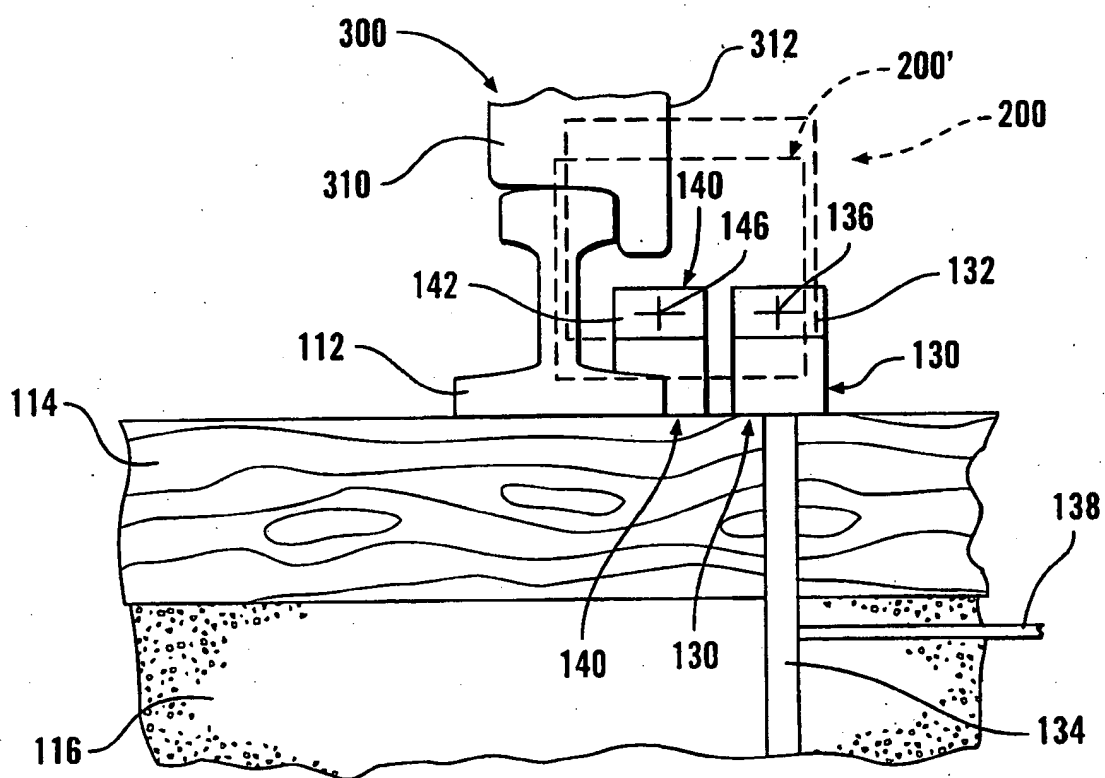


FIG. 9

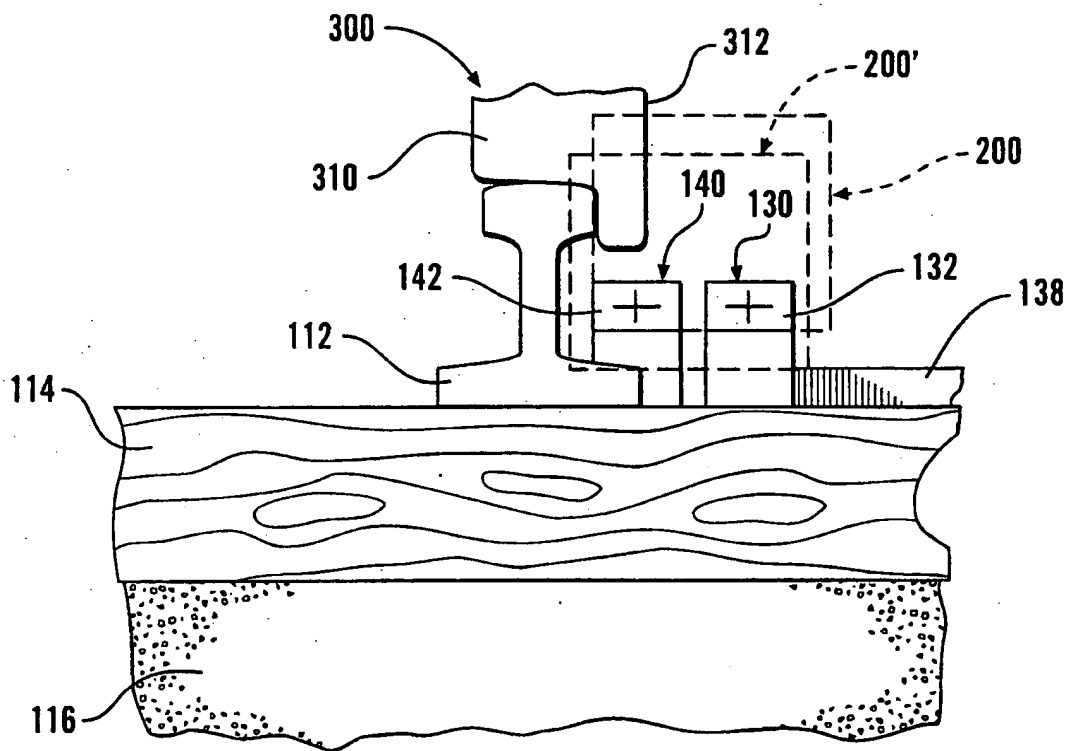
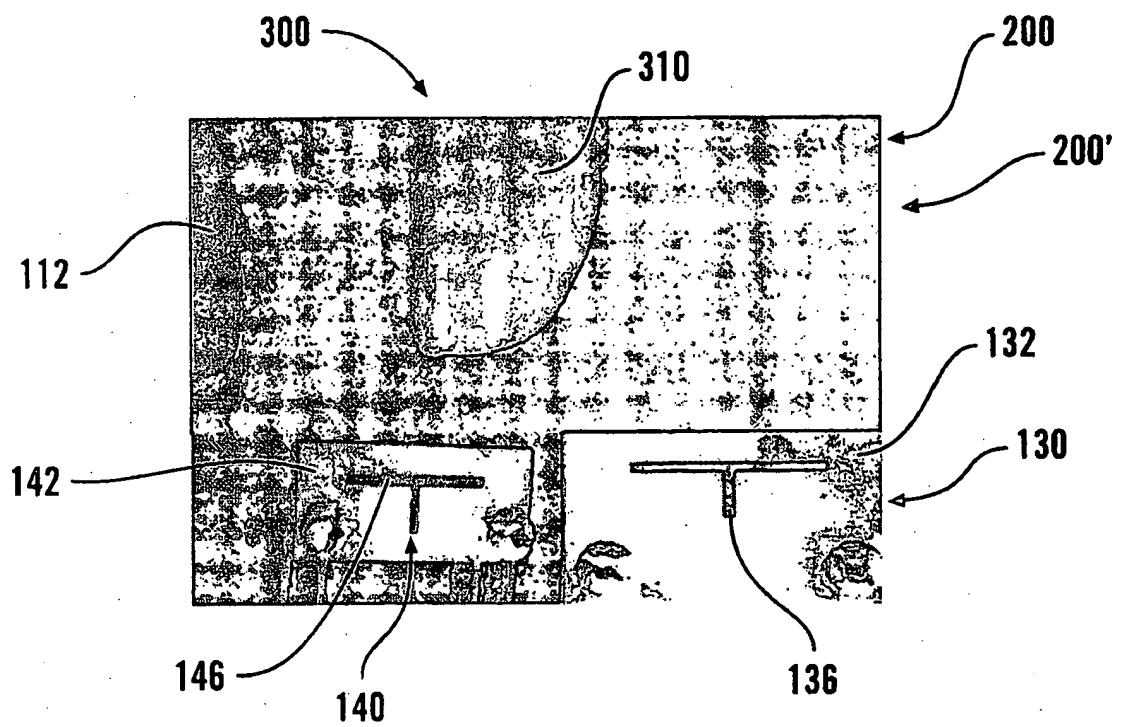
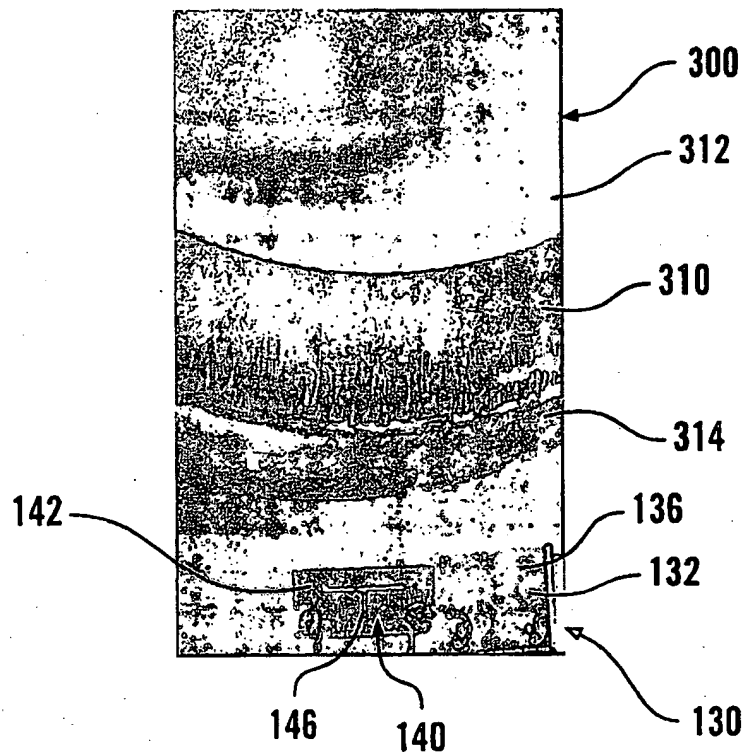


FIG. 10

**FIG. 11****FIG. 12**

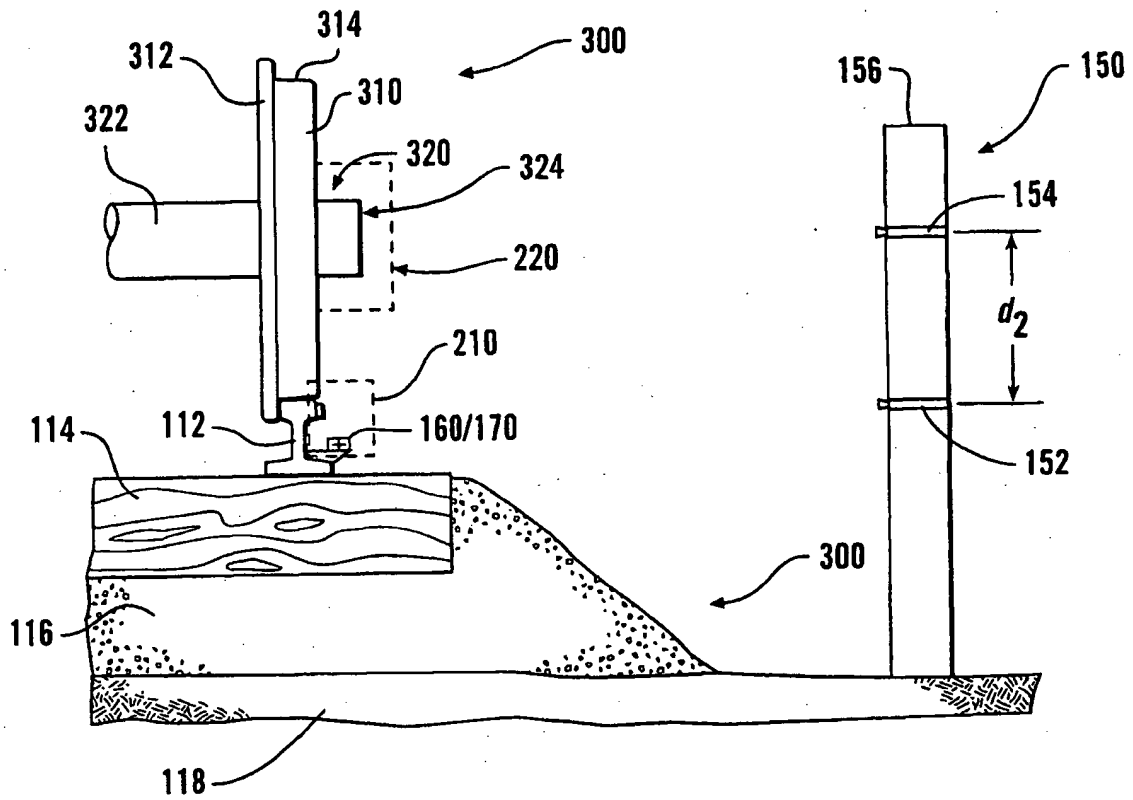


FIG. 13

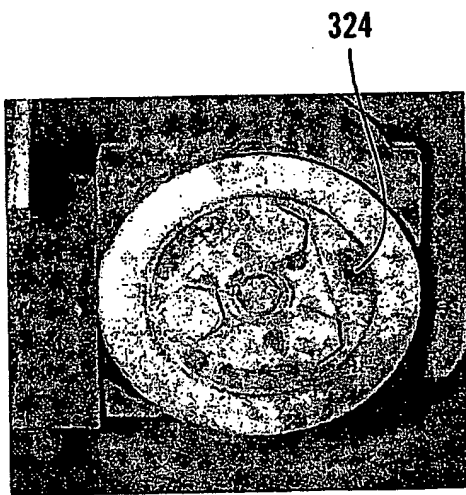


FIG. 14

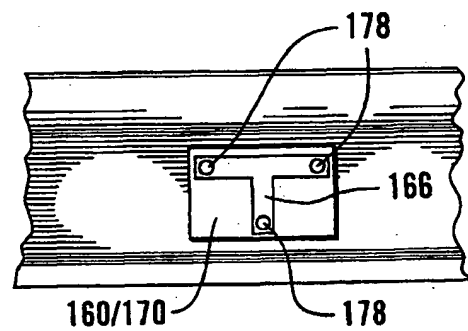


FIG. 15

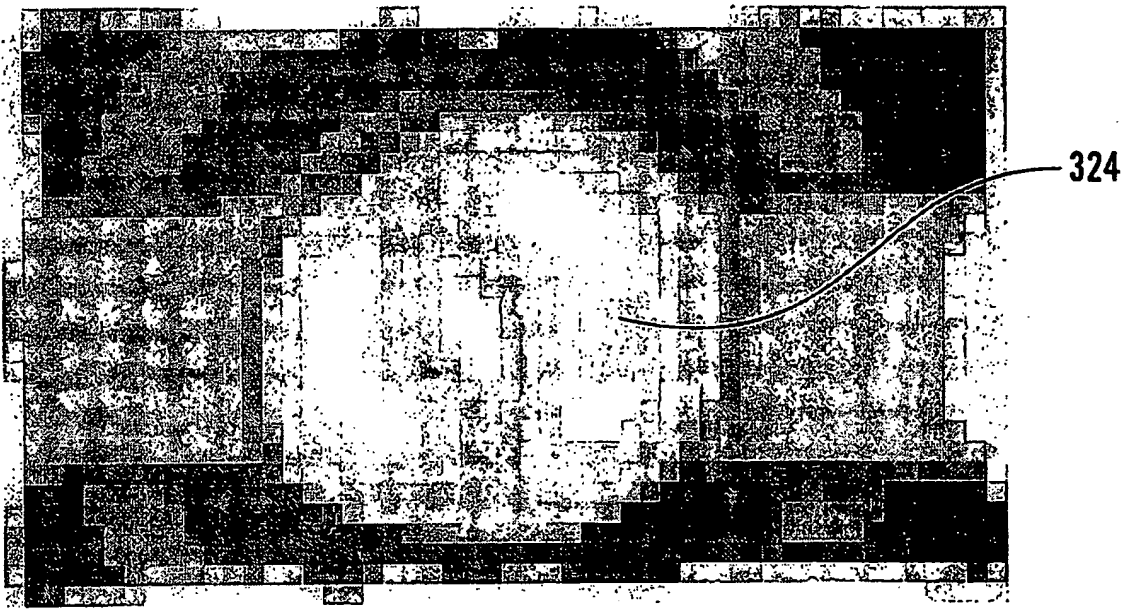


FIG. 16

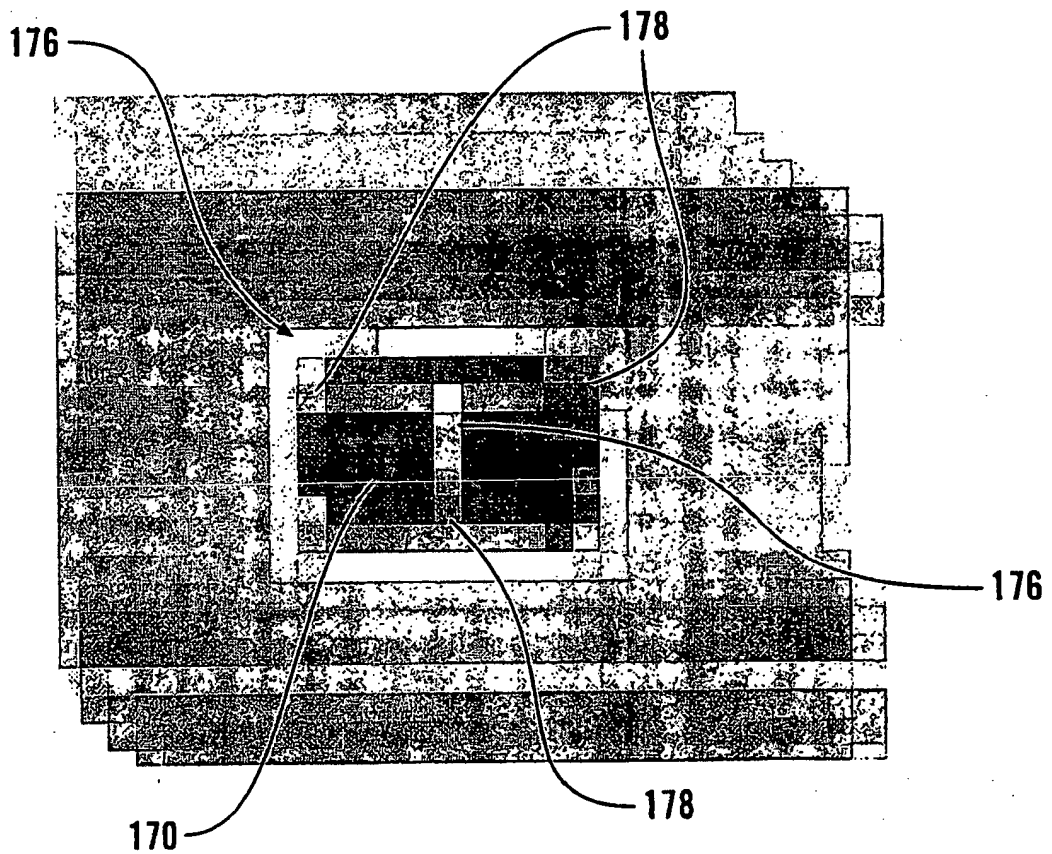
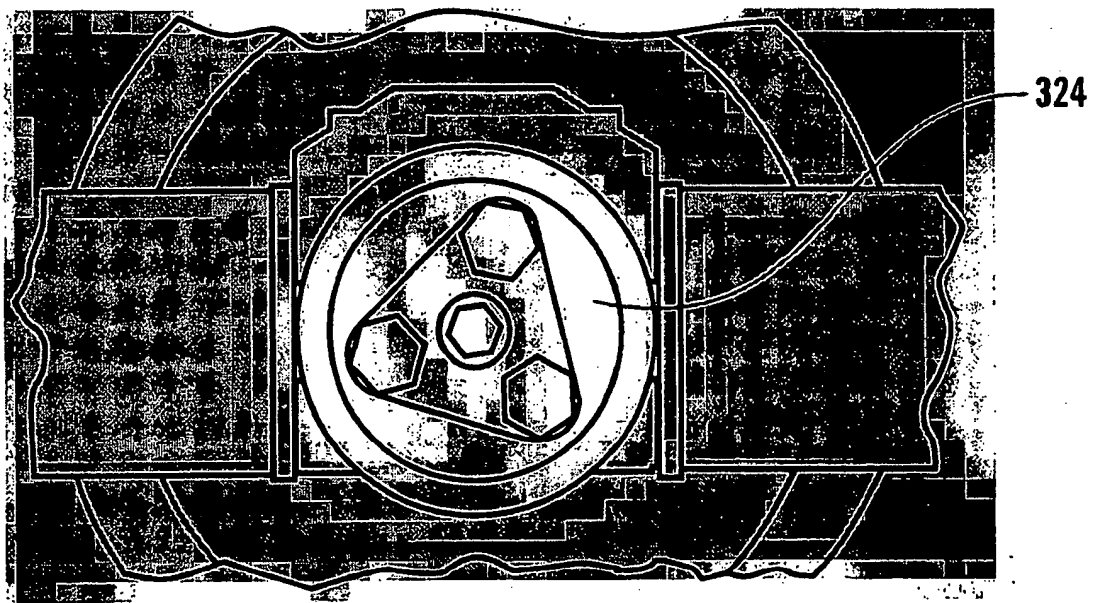
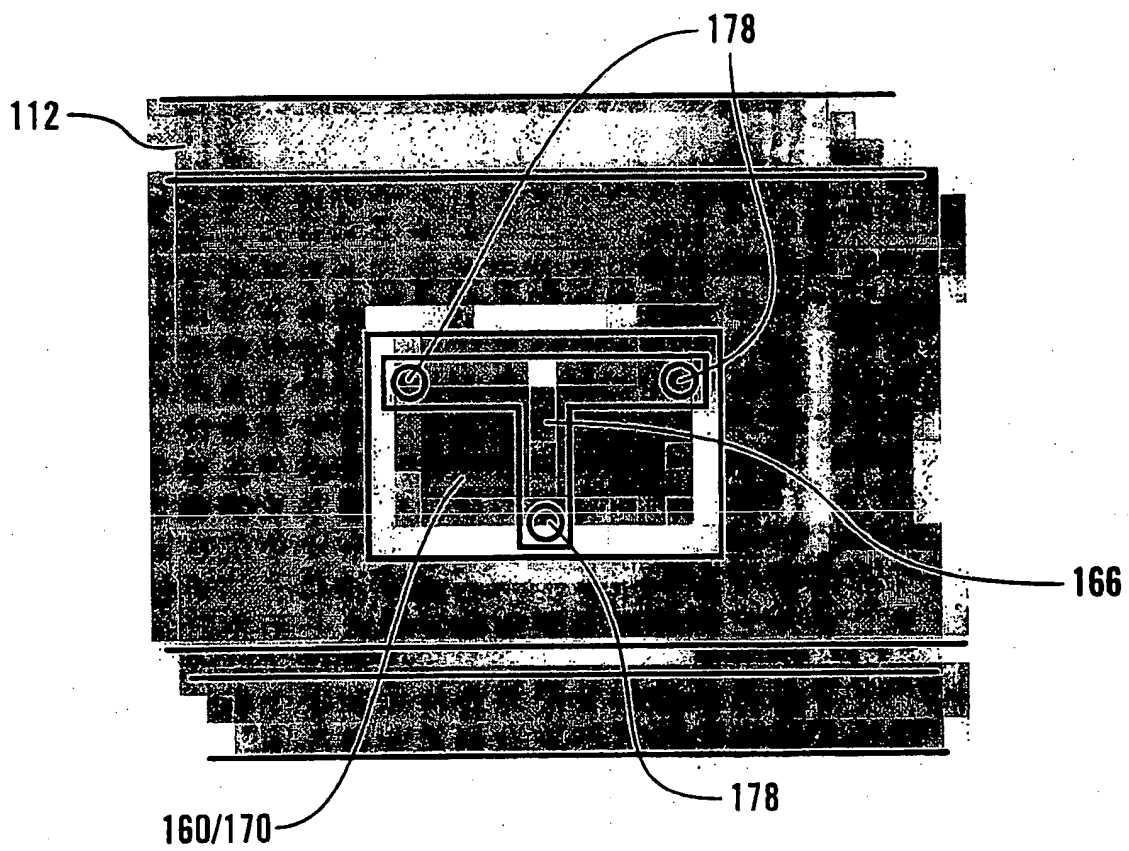
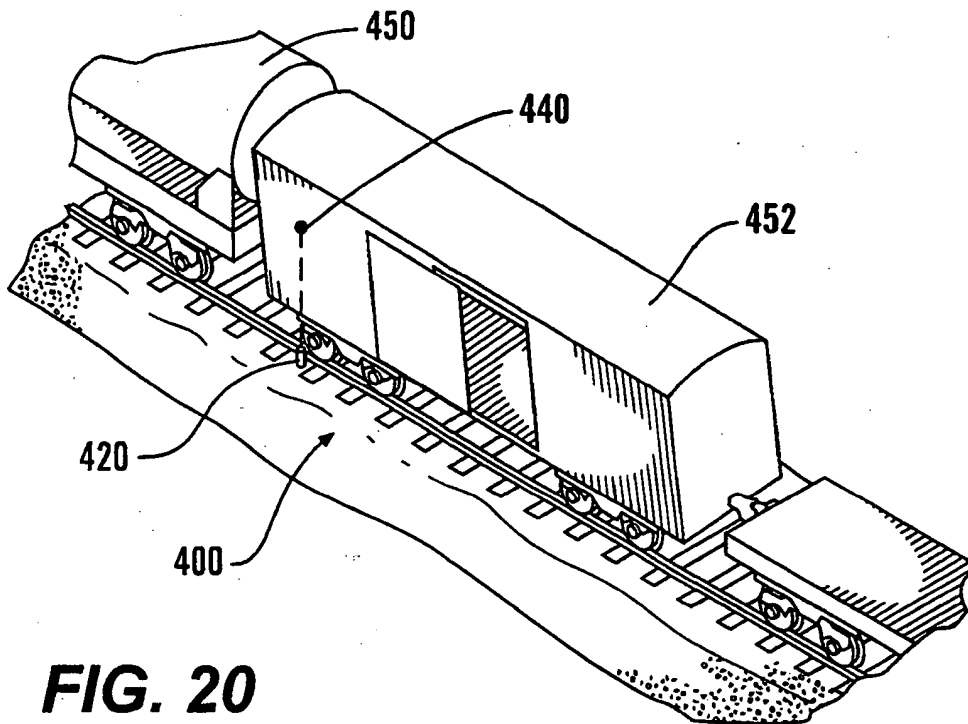
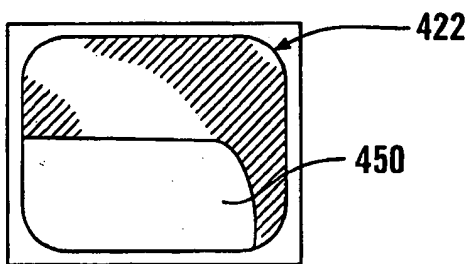
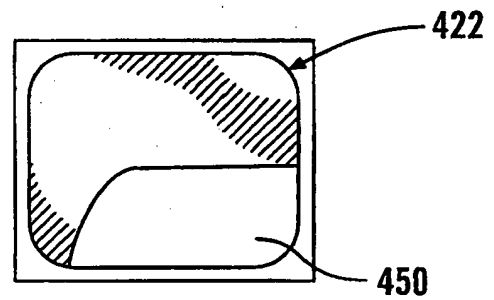
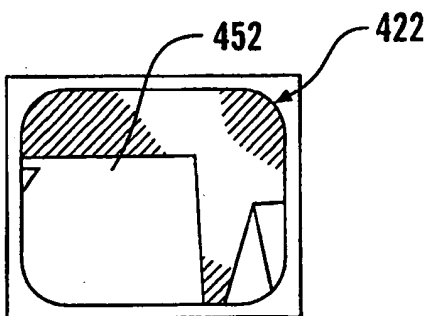
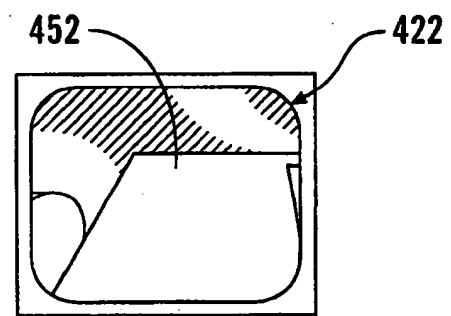
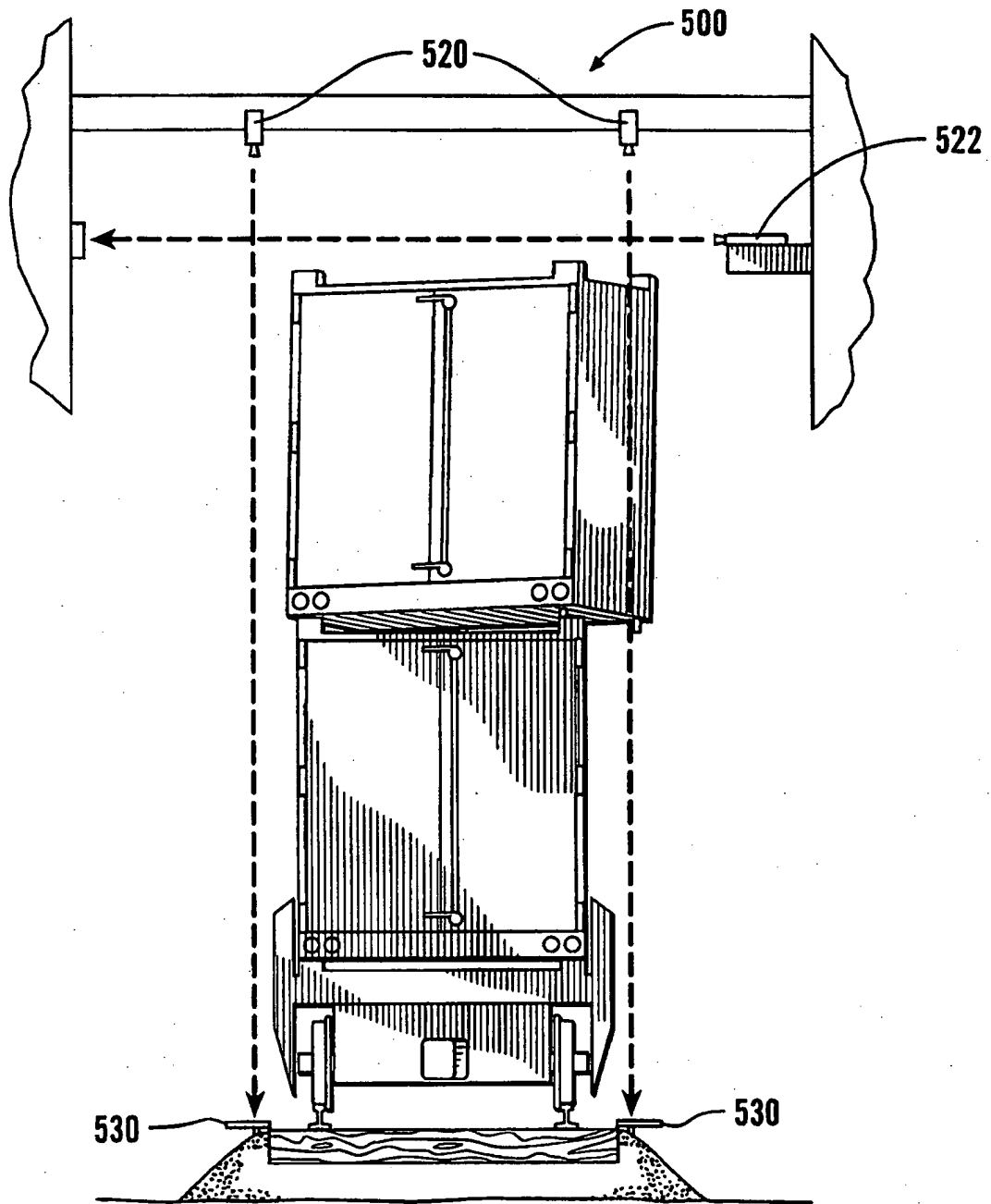
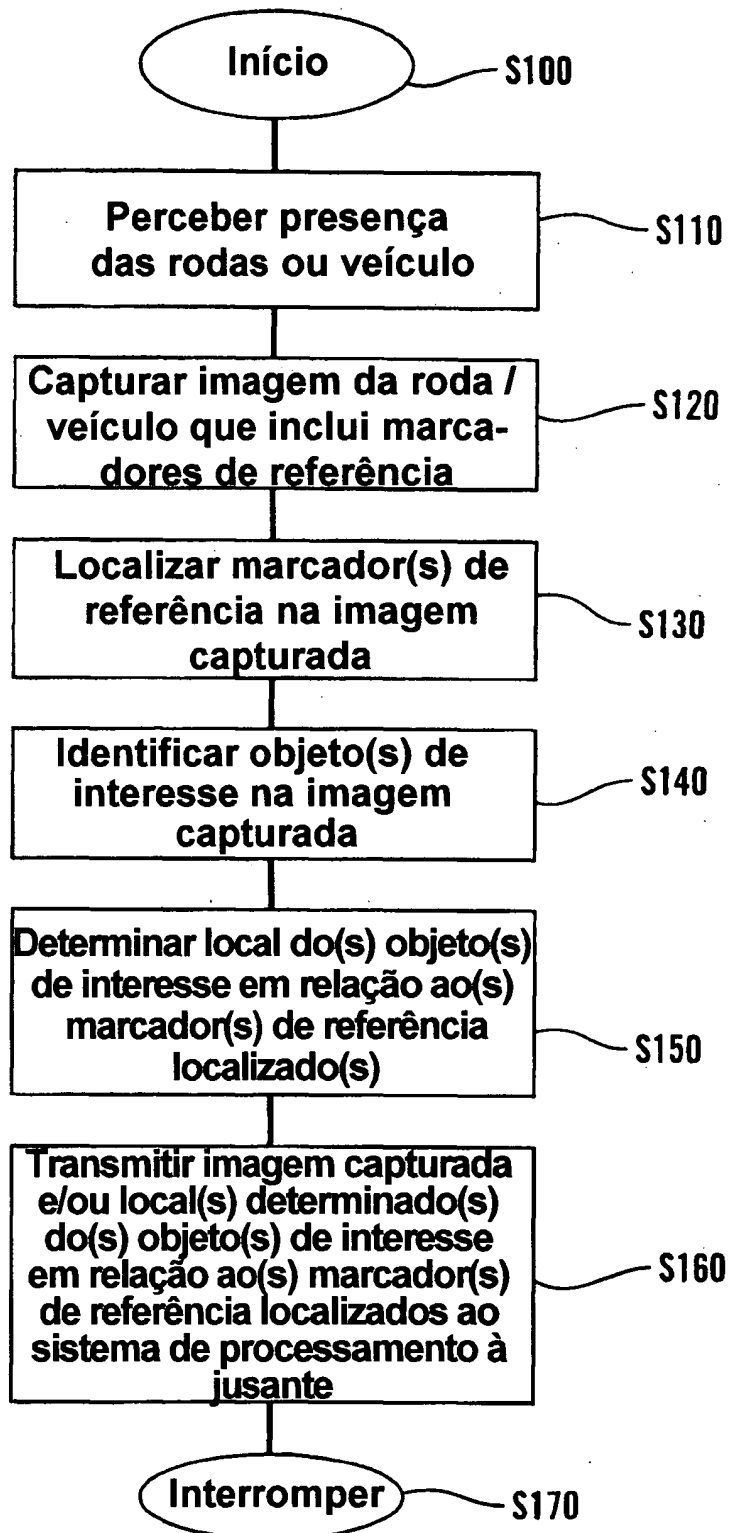


FIG. 17

**FIG. 18****FIG. 19**

**FIG. 20****FIG. 21****FIG. 22****FIG. 23****FIG. 24**

**FIG. 25**

**FIG. 26**

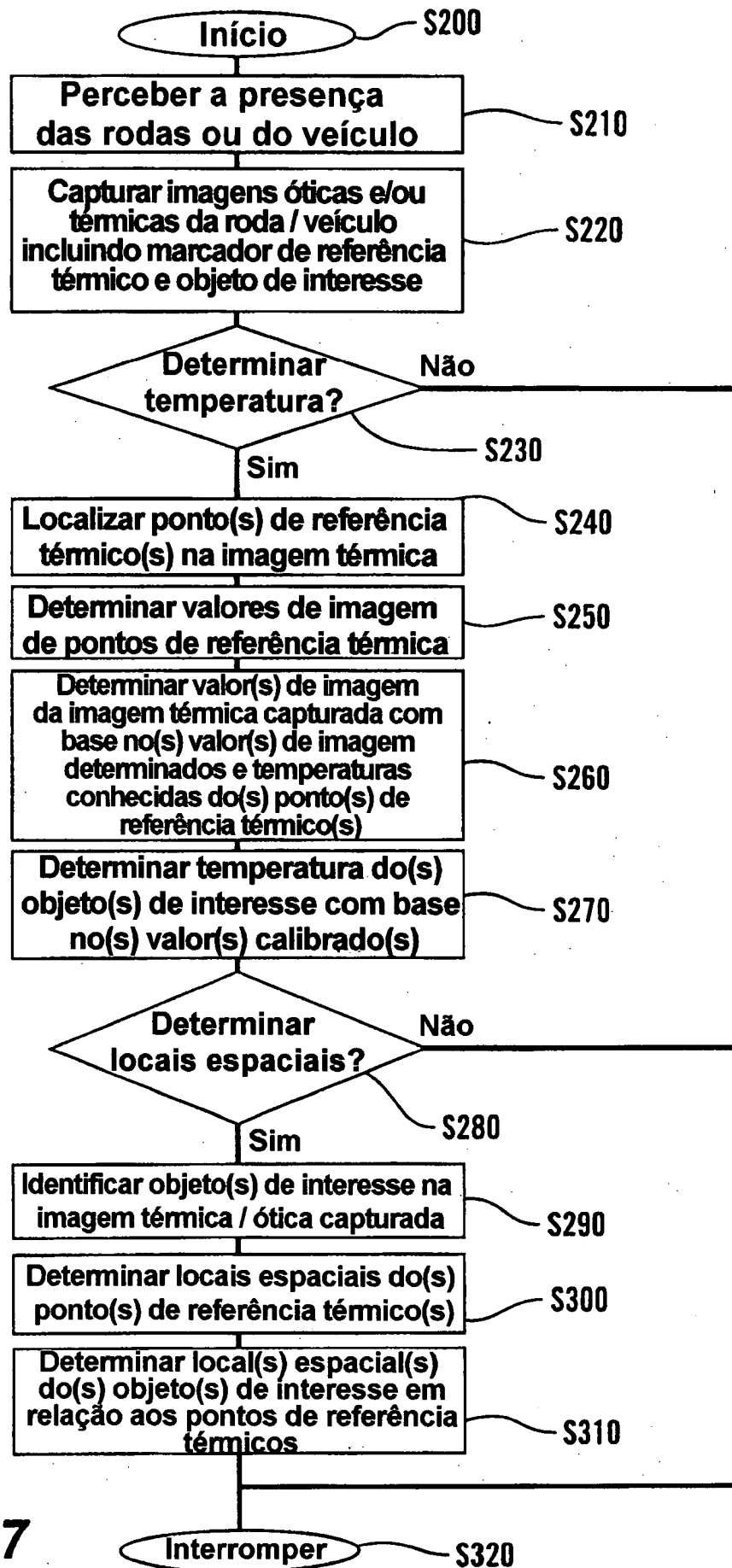
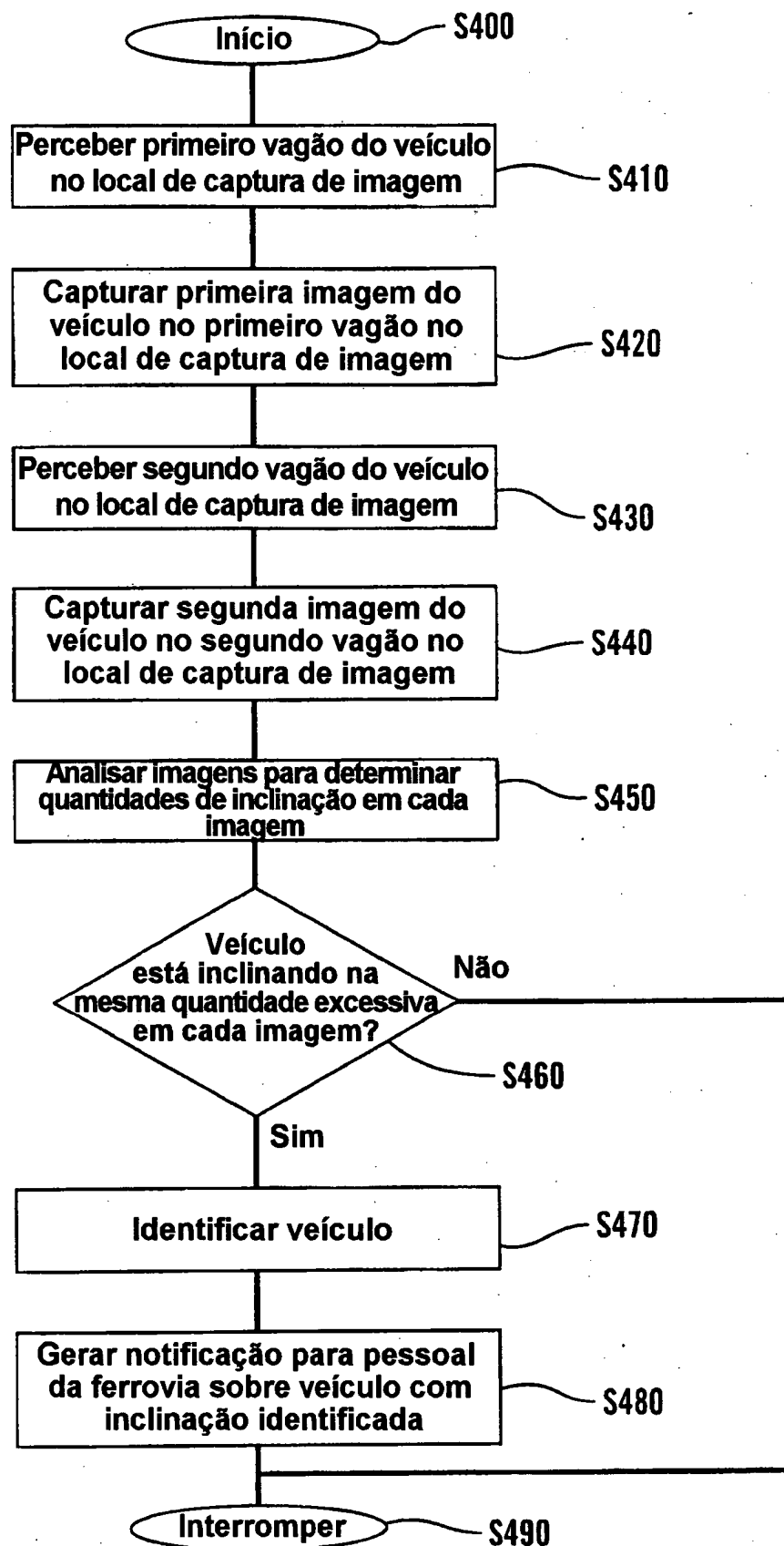
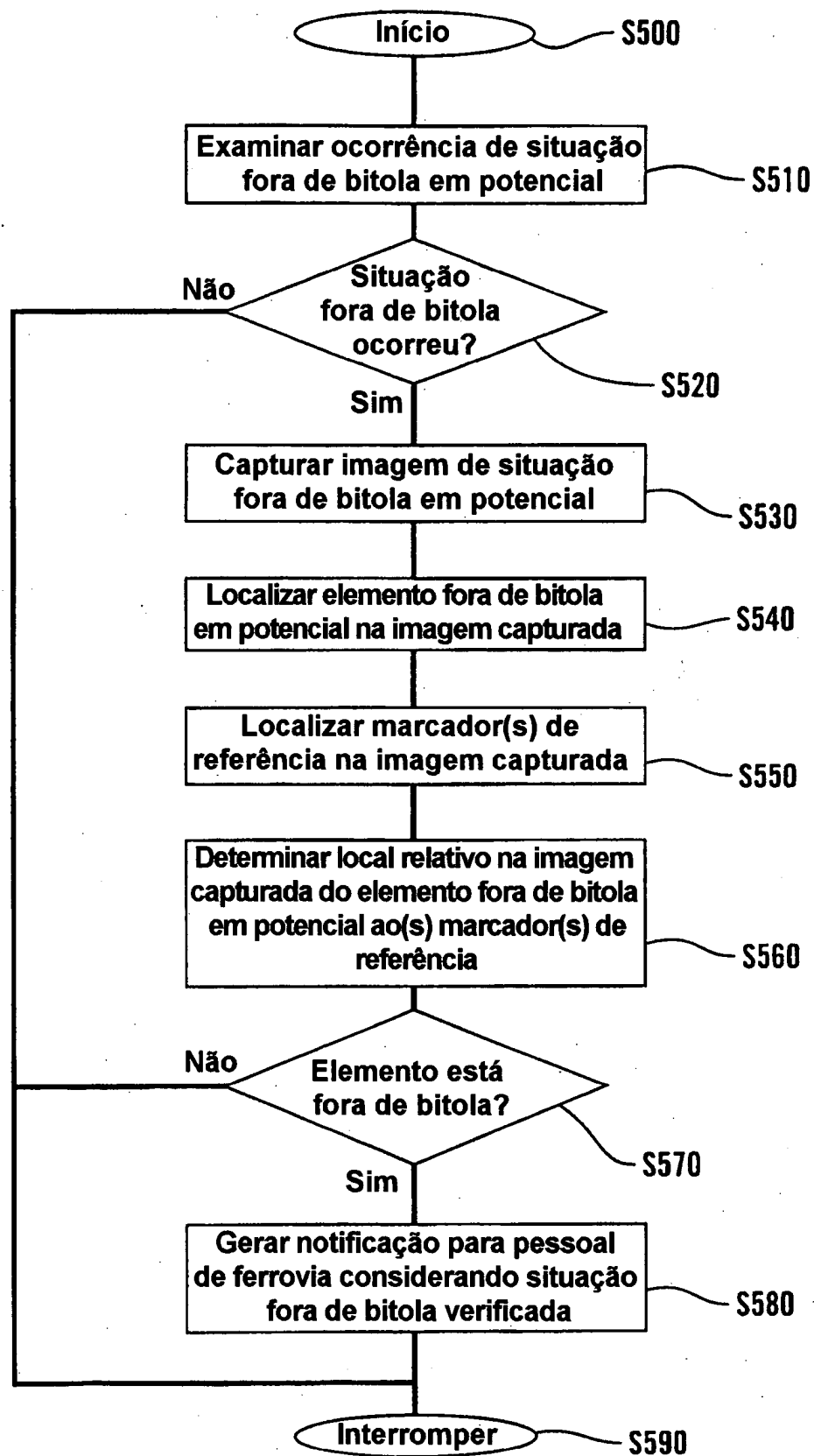


FIG. 27

**FIG. 28**

**FIG. 29**

RESUMO**"SISTEMAS E MÉTODOS PARA OBTER MEDIÇÕES MAIS EXATAS DE COMPONENTES DE MATERIAL RODANTE MÓVEL"**

- São divulgados marcadores de referência que são anexados nos trilhos e/ou em
- 5 outros componentes dinamicamente móveis de linhas férreas e/ou localizados em posições fixas e estacionárias adjacentes à linha. Quando imagens do material rodante de ferrovia são obtidas, o(s) marcador(s) de referência aparece(m) na imagem. Dessa maneira, medições dos vários aspectos e parâmetros dos vários componentes do material rodante de ferrovia podem ser obtidas com alta precisão e/ou exatidão em relação ao componente da li-
- 10 nha férrea no qual o marcador de referência está anexado e/ou em relação à posição estacionária. Os marcadores de referência permitem que uma ou mais imagens, obtidas em algum intervalo de tempo interveniente, sejam alinhadas de forma exata e precisa em relação ao(s) marcador(s) de referência, independente do movimento dinâmico do(s) componente(s) da linha férrea e/ou do material rodante que ocorreu à medida que as imagens eram captu-
- 15 radas. Os marcadores de referência podem incluir marcas distintivas óticas, térmicas ou ainda outras marcas distintivas. As marcas distintivas têm dimensões conhecidas e/ou distâncias conhecidas a partir de um dispositivo de captura de imagem.