



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

(21) PI0616502-8 A2



\* B R P I 0 6 1 6 5 0 2 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 01/08/2006  
(43) Data da Publicação: 21/06/2011  
(RPI 2111)

(51) Int.CI.:  
B61L 23/00 2006.01  
B61L 29/00 2006.01  
B61K 9/00 2006.01  
G01N 27/72 2006.01

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO PARA DETECTAR UMA MUDANÇA OU UMA OBSTRUÇÃO EM UMA LINHA FERROVIÁRIA

(30) Prioridade Unionista: 18/08/2005 US 11/206,959

(73) Titular(es): General Electric Company

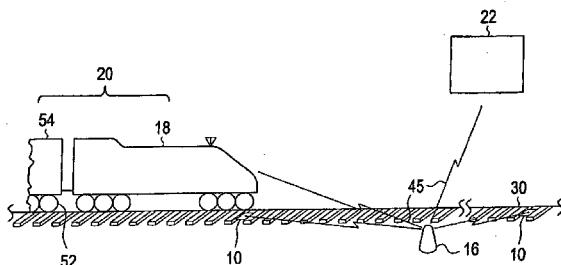
(72) Inventor(es): Mark Bartonek

(74) Procurador(es): Advocacia Pietro Ariboni S/C

(86) Pedido Internacional: PCT US2006029977 de 01/08/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/021537 de 22/02/2007

(57) Resumo: Sistema e método para detectar uma mudança ou uma obstrução em uma linha ferroviária. Sistema para detectar a capacidade de uma linha férrea em suportar, de forma segura, veículos ferroviários sobre a linha através da detecção das mudanças no ambiente próximo da linha, o sistema incluindo um sensor para detectar um campo magnético próximo da linha férrea e para gerar dados indicativos do campo magnético, um processador para processar os dados do sensor e para identificar as mudanças no campo magnético próximo da linha férrea, e um dispositivo de comunicação, em comunicação com o processador para transmitir os indícios indicativos de mudanças no ambiente próximo da linha férrea que afetam a capacidade do trem em suportar, de forma segura, os veículos ferroviários.



**Sistema e método para detectar uma mudança ou uma obstrução em uma linha ferroviária.**

**CAMPO DA INVENÇÃO**

A presente invenção se refere ao transporte ferroviário, e mais em particular à detecção de erosões causadas pela chuva em linhas ferroviárias, de deslocamentos das linhas ferroviárias, de batida de dormentes e/ou de automóveis parados em um cruzamento ferroviário.

**FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

Uma linha férrea tipicamente apresenta um par de trilhos de aço suportados por uma pluralidade de dormentes perpendicularmente dispostos os quais são assentados sobre um material de balastro. Varias linhas ferroviárias estão localizadas em áreas remotas nas quais um pronto acesso às condições de uma linha pode não acontecer a menos que tenha ocorrido um incidente conhecido o qual pudesse danificar a linha. Por exemplo, as linhas férreas, ou ferroviárias, podem ficar danificadas pela ação de tempestades ou de outras ocorrências naturais, tais como terremotos, nos quais as linhas podem mudar de posição. A mudança pode ser causada pelo deslocamento dos dormentes e/ou pelo arraste do material de balastro. Em outros casos, tais como quando as linhas estão localizadas nas adjacências de massas de água, o balastro pode ser arrastado ou lavado fazendo com que os dormentes, e portanto a linha mude de posição. Uma linha também pode experimentar um deslocamento devido a um acidente ocasionado pelo homem, por exemplo, quando uma barcaça atinge um ou mais pilares de uma ponte.

De forma similar, e com um excesso de batida dos dormentes (*pumping ties*), em particular dos dormentes de cimento podem ficar danificados devido aos choques contra o balastro. A batida de dormente é uma condição causada pela manutenção pobre do material de balastro (pedras) sob os dormentes ferroviários. Quando uma roda de trem passa sobre um dormente, o dormente é impulsionado para baixo contra as pedras. Uma vez que a roda ultrapassa o dormente, o dormente se eleva das pedras. O abaixamento e então a elevação do dormente pode ser de diversas polegadas por passagem. Os dormentes de madeira permitem apenas um pequeno movimento. Contudo, quando são usados os dormentes de concreto, esta batida contra as pedras faz com que o dormente de concreto despedace lentamente a partir da base do dormente, o que, por fim, leva a uma falha prematura do dormente de concreto.

Outra ocorrência que leva ao descarrilamento de trens e/ou a mortes é quando automóveis (carros, caminhões, ônibus, etc.) param em cruzamentos ferroviários. Apesar de que os maquinistas podem enxergar quando um veículo está na linha férrea antes de alcançar o veículo, em vários casos não existe tempo disponível

suficiente para reduzir a velocidade ou parar o trem. Quando um veículo está preso por braço ferroviário, ocorrem situações nas quais o única forma de que o veículo tem de ser libertado é ir em direção e abrir caminho através do braço do cruzamento. Contudo, a maioria dos motoristas normalmente não toma esta atitude.

5 Se um trem tem um carro arrastado, causado por um mau funcionamento das rodas do carro ou quando as rodas pulam a linha devido a um trilho deslocado, tais incidentes não são sempre imediatamente informados. A falha de informação de um tal incidente poderia resultar em um descarrilamento de trem.

10 Tais danos à linha férrea, bloqueios da linha férrea e/ou mau funcionamento de um carro ferroviário em um trem podem resultar no descarrilamento do trem. Com relação aos danos a linha férrea, normalmente a melhor opção para identificar mudanças nas linhas férreas é através da inspeção visual. Mesmo quando são realizadas as inspeções visuais, e dependendo do dano já ocorrido e/ou da freqüência das inspeções, é possível que os deslocamentos das linhas existentes ou 15 pendentes possam ser perdidos ou não identificados em tempo.

#### BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

A presente invenção está direcionada a um sistema e a um método para a detecção de erosões causadas pela chuva em linhas ferroviárias, de deslocamentos das linhas ferroviárias, de batida de dormentes e/ou de automóveis parados em um cruzamento ferroviário. Quando acontecem tais ocorrências, as 20 informações relativas a tais ocorrências são reportadas para um local de tal sorte a prevenir que um trem encontre a linha férrea nestes locais.

Com esta finalidade, é descrito um sistema para determinar a capacidade de uma linha férrea em conduzir, de modo seguro, os veículos ferroviários sobre a linha através da detecção de mudanças no ambiente próximo da linha. O sistema 25 comprehende um sensor para detectar um campo magnético próximo a linha férrea e para gerar dados indicativos do campo magnético. Também faz parte do sistema um processador destinado a processar os dados do sensor de modo a identificar as mudanças no campo magnético próximo da linha. Outra parte do sistema é um dispositivo de comunicação, em comunicação com o processador, para transmitir os 30 indícios indicativos de mudanças no ambiente próximo da linha que afetem a capacidade da linha de suportar, de modo seguro, os veículos ferroviários.

Também é descrito um método para determinar a capacidade de uma linha férrea de suportar com segurança veículos ferroviários através 35 da linha, através da detecção das mudanças no ambiente próximo da linha. O método comprehende a etapa de detectar o campo magnético próximo da linha férrea. Gerar dados indicativos do campo magnético e identificar as mudanças no campo magnético próximo da linha são também etapas do método. O método também comprehende

transmitir os dados indicativos das mudanças no ambiente próximo da linha e que afetam a capacidade da linha em suportar com segurança os veículos ferroviários.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As características e vantagens da presente invenção se tornarão aparentes a partir da descrição detalhada da invenção que se segue, quando lida em conjunto com os desenhos que a acompanham, nos quais:

- A figura 1 é uma ilustração de ma forma de realização de exemplo da presente invenção;
- A figura 2 é uma ilustração de formas de realização de exemplo da presente invenção, em comunicação com uma instalação de serviços e um trem; e
- A figura 3 é uma ilustração de formas de realização de exemplo da presente invenção sendo usada para uma pluralidade de propósitos me locais diferentes da linha férrea.

#### DESCRÍÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A figura 1 é uma ilustração de uma forma de realização de exemplo da presente invenção. Tal como o quanto ilustrado, um pacote sensor 10 apresenta um sensor 12 com um processador 14 incluído neste. O sensor 12 é um sensor magnético de três eixos, ou tridimensional, tal como o magnetômetro de três eixos HMC2003 da Honeywell. O sensor 12 mede os campos magnéticos de baixa intensidade ao longo de um eixo X, de um eixo Y e de um eixo Z, sendo que podem ser detectadas as mudanças do campo magnético fora de um dada faixa ao redor do sensor. Em uma forma preferida de realização, o sensor fornece um sinal analógico e o terra, ou massa, é usado como a referencia do campo magnético.

O processador 14 é previsto de modo a permitir a comunicação das leituras do campo magnético entre um sensor 12 conectado ao processador, uma pluralidade de sensores 12 e uma unidade marginal [disposta à beira da linha], ou dispositivo de comunicação, 16 e/ou uma locomotiva 18. A comunicação pode acontecer através das redes padrão da industria tais como, mas não limitadas a, uma rede de área de controle (CAN). O CAN é um protocolo vital padrão da industria eletrônica usado para a comunicação entre processadores internos. A comunicação também pode acontecer entre a unidade marginal 16, um trem 20 e uma instalação de serviços, ou estação ferroviária 22, tal como o quanto ilustrado na figura 2. Apesar de não ilustrado, a comunicação também pode acontecer entre a unidade marginal 16 e um equipamento ferroviário operável de modo a evitar a movimentação de um trem pela linha férrea quando tenha sido detectada uma mudança no campo magnético.

Com relação a cada combinação 10 de sensor/processador, ou pacote, o processador 14 também irá digitalizar o sinal analógico fornecido pelo sensor 12. Dependendo do tipo de aplicação para a qual o pacote 10 de sensor/processador está sendo usado, tal como será descrito com maiores detalhes

abaixo, o processador 14 irá aplicar um algoritmo de filtro 24, por meio de um software específico, no sinal de modo a reduzir o ruído. Além disto, e com base nos comandos recebidos pela unidade marginal 16, o processador 14 também irá atuar de modo a medir as saídas do sensor 12 e salvar as medições como um valor zero de referencia para serem usadas como uma referencia para quaisquer mudanças detectadas no campo magnético.

A figura 3 é uma ilustração de formas de realização de exemplo de como os pacotes de sensor/processador 10 são usados em uma ferrovia 30. Dependendo do uso pretendido, o pacote de sensor/processador 10 é disposto dentro do material de balastro 32, preso nos dormentes ferroviários 33, e/ou disposto dentro da área do cruzamento ferroviário 34. Em uma forma preferida de realização com qualquer uso, os pacotes 10 são dispostos em intervalos fixos o que determina a intensidade da cobertura desejada.

Tal como ilustrado, a unidade marginal 16 [disposta à beira da linha férrea] mantém uma interface com os sensores 12, através de cada respetivo processador 14 do sensor, por meio de uma rede de comunicações 40, 41. As comunicações entre os pacotes de sensor/processador 10 e as unidades à beira da linha 16 pode acontecer através de uma rede sem fio 40, uma rede cabeada 41, e/ou através de uma combinação entre ambas. A unidade marginal 16 é operável de modo a comandar os sensores 12 a emitir uma referencia zero, assim como a se comunicarem 45 com o trem 20 e/ou a estação 22, através de radio e/ou por meio de outros protocolos. O tipo de resolução da detecção pode ser determinado através da quantidade de pacotes de sensor/processador instalados.

Apesar de serem inúmeros os usos da presente invenção, vários usos podem ser prontamente identificáveis. Através da disposição de uma rede, de acordo com a presente invenção, em uma área de cruzamento 34 de automóveis da linha férrea, ou cruzamento ferroviário, é possível detectar automóveis presentes na área de cruzamento 34 conforme um trem 20 se aproxima da área de cruzamento 34. Isso é possível devido ao sensor(es) 12 detectar uma alteração no campo magnético sobre a área de cruzamento 34. Para este uso, e com relação a uma combinação sensor/processador 10 individual, o processador 14 aplica um filtro passa baixo 47 na saída do sensor de modo a eliminar qualquer interferência por ruído. O filtro passa baixo corta as freqüências altas o suficiente de modo a permitir a detecção dos objetos que passam através da área de cruzamento 34, especialmente se algum objeto permanecer sobre a área de cruzamento 34.

Para esta aplicação, a unidade marginal 16 recebe um sinal do sensor de cruzamento (não ilustrado) de modo a indicar que um trem 20 está se aproximando e que a cancela [*crossing guard*] está sendo ativado. A unidade marginal 16

comunica ao sistema do cruzamento caso o cruzamento esteja livre de automóveis utilizando o pacote de sensor/processador 10, e também comuta esta informação para a locomotiva 20. Em uma outra forma preferida de realização, a unidade marginal 16 é configurada de modo a fornecer constantemente a situação do cruzamento para o detector de cruzamento. Se um automóvel se encontra sobre a linha 30, um alarme é enviado, através da unidade marginal 16, para o trem 20 que se aproxima. Em uma outra forma preferida de realização, o pacote de sensor/processador 10 é ligado no braço da cancela. Quando o braço 51 é abaixado em posição quando um trem está se aproximando, se o campo magnético ao redor deste é diferente, ou em outras palavras, se é detectado um veículo como estando sobre os trilhos, o braço irá automaticamente levantar, permitindo que o veículo deixe a área de cruzamento sem ter que quebrar o braço 51 da cancela do cruzamento.

Um outro uso para a presente invenção é relativo a detecção de um trilho deslocado e um outro é relativo as batidas de dormentes. A movimentação do dormente 33 nas três direções é detectável usando a presente invenção e o campo magnético da terra como referência. Da mesma forma, um trilho deslocado também é detectável antes que um trem se aproxime desta parte da linha. Para esta aplicação, a unidade marginal 16 aplica um filtro passa baixo 47 nos sensores de modo a eliminar as freqüências altas o suficiente para detectar o movimento do dormente qualquer que seja a velocidade do trem. A unidade marginal 16 reporta a situação da linha para a estação de trem 22. Caso seja detectada uma mudança nas condições da linha, especificamente quando é detectada uma mudança na posição do dormente 33, além de reportar a mudança para a estação de trem 22, um sinal de alerta é enviado para quaisquer locomotivas 18 que estão se aproximando daquela parte da linha 30. O sinal 45 que é reportado para quaisquer trens 20 que se estão se aproximando pode ser, mas não é limitado a, um alarme, uma mensagem de voz, etc. O sinal 45 também pode ser enviado para outros equipamentos ferroviários, tais como para um bloqueio (não ilustrado) de modo a bloquear a movimentação dos trens na direção da linha alterada detectada.

Em uma outra aplicação, se as rodas 52 de um dos carros 54 que estão sendo puxados pela locomotiva 18 da composição ferroviária apresentam um mau funcionamento, tal como quando as rodas 52 tenham pulado a linha, a presente invenção é usada para detectar este problema. Uma vez que o metal das rodas 52 dos carros 54 provavelmente está em contato com os dormentes 33 ou sendo arrastado contra a lateral dos trilhos 57, poderia ser percebida uma alteração no campo magnético desde que o campo magnético ao redor das rodas arrastadas 52 mudasse quando em comparação com o dos outros carros 54 que compõem o trem 20. Para esta finalidade, a presente invenção poderia detectar a mudança no campo magnético causada pelas

rodas 52 que estão sendo arrastadas.

Em uma outra aplicação, a presente invenção é usada para detectar a erosão do balastro causada pela chuva. Através do uso de uma rede de pacotes de sensor/processador 10 dispostos no balastro 32 em intervalos fixos, é possível determinar a movimentação do balastro ferroviário 32 com base em uma alteração no campo magnético devida a movimentação do balastro 32. O processador 14 aplica um algoritmo 47 de tipo passa baixo, com uma freqüência muito baixa, no sinal de saída do sensor 12 de modo a eliminar sinais falsos. As saídas do pacote de sensor/processador 10 são monitoradas pela unidade marginal 16 que irão comandar os processadores 14. Os processadores 14 comunicam qualquer mudança detectada no campo magnético para a unidade marginal 16. A unidade marginal 16 envia um sinal de alerta e/ou um relatório de situação 45, através de uma mensagem de voz, de um alarme, etc., para os trens 20 que se aproximam, uma comunicação para a instalação 22 de serviço ferroviário, ou uma comunicação para sinalizar ao equipamento de controle, tal como para um bloqueio [*interlocking*], de modo a impedir a movimentação do trem nesta parte da linha.

Apesar da invenção ter sido descrita em relação ao quanto atualmente se considera como sendo a forma preferida de realização, diversas variações e modificações poderão se tornar aparentes para as pessoas com proficiência na arte. Deste modo, pretende-se que a invenção não seja limitada pela forma de realização ilustrativa e específica, mas que seja interpretada dentro do espírito e escopo gerais das reivindicações em anexo.

## Reivindicações

1. Sistema para detectar a capacidade de uma linha férrea em suportar, de forma segura, veículos ferroviários sobre a linha através da detecção das mudanças no ambiente próximo da linha, o sistema compreendendo:

- 5      a) um sensor para detectar um campo magnético próximo da linha férrea e para gerar dados indicativos do campo magnético;
- b) um processador para processar os dados do sensor e para identificar as mudanças no campo magnético próximo da linha férrea; e
- c) um dispositivo de comunicação, em comunicação com o processador para transmitir os indícios indicativos de mudanças no ambiente próximo da linha férrea que afetam a capacidade do trem em suportar, de forma segura, os veículos ferroviários.

10      2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o ambiente próximo da linha inclui as mudanças na sustentação da linha de modo a suportar, de forma segura, os veículos ferroviários.

15      3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o ambiente próximo da linha inclui os objetos que estão posicionados adjacentes à linha férrea e que podem interferir com a viagem dos veículos ferroviários ao longo da linha.

20      4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o ambiente próximo da linha inclui os objetos posicionados através da linha e que podem interferir com a viagem dos veículos ferroviários ao longo da linha.

25      5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o dispositivo de comunicação informa sobre a perda de sustentação da linha para ao menos um trem, uma instalação ferroviária, ou um equipamento ferroviário operável de modo a evitar a movimentação dos trens na direção da linha monitorada.

30      6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sensor é fixado dentro do material de balastro ferroviário de modo a determinar se o campo magnético ao redor do material de balastro sofreu alterações.

35      7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sensor é fixado em um dormente ferroviário de modo a determinar se o dormente foi movido.

40      8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sensor é fixado em um dormente ferroviário, de modo a determinar se as rodas de um carro ferroviário não estão mais se movendo sobre um trilho.

45      9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sensor é fixado em uma área na qual os automóveis cruzam por sobre a linha férrea de modo a determinar se uma automóvel está presente na linha férrea.

50      10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sensor é fixado próximo da linha férrea de modo a determinar se um trilho foi deslocado.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sensor é fixado em um braço de uma cancela para determinar se um objeto se encontra na área de cruzamento da linha férrea.

5 12. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, no qual a unidade remota está em comunicação com um sistema de cruzamento ferroviário para notificar ao sistema de cruzamento ferroviário sobre um automóvel presente sobre a linha férrea.

10 13. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sensor determina uma mudança no campo magnético em diversas direções.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, no qual o processador ainda compreende um filtro para reduzir um sinal de ruído detectado pelo processador.

15 15. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, no qual o dito filtro compreende ao menos um filtro passa alto e um filtro passa baixo.

16. Método para determinar a capacidade de uma linha férrea em suportar, de forma segura, veículos ferroviários sobre a linha através da detecção das mudanças no ambiente próximo da linha, o método compreendendo:  
a) detectar um campo magnético próximo da linha férrea;  
b) gerar os dados indicativos do campo magnético;  
c) identificar as mudanças no campo magnético próximo da linha; e  
d) transmitir os indícios indicativos das mudanças no ambiente próximo da linha que afetem a capacidade de uma linha férrea em suportar, de forma segura, veículos ferroviários.

17. Método, de acordo com a reivindicação 16, no qual a etapa de detectar um campo magnético próximo da linha ainda compreende detectar as mudanças na sustentação da linha férrea de modo a suportar, de forma segura, veículos ferroviários sobre a linha.

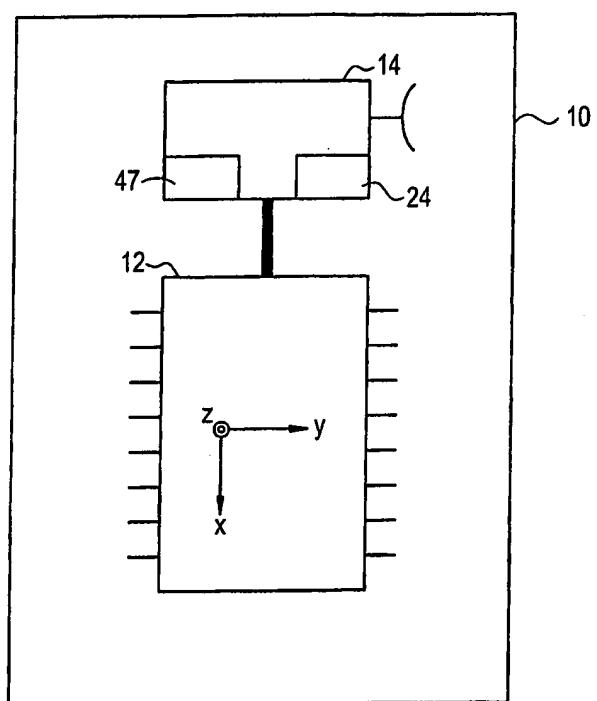
18. Método, de acordo com a reivindicação 16, no qual a etapa de detectar um campo magnético próximo da linha ainda compreende detectar os objetos que foram posicionados adjacentes à linha e que podem interferir com a viagem do veículo ferroviário ao longo da linha.

19. Método, de acordo com a reivindicação 16, no qual a etapa de detectar um campo magnético próximo da linha ainda compreende detectar os objetos que foram posicionados sobre a linha e que podem interferir com a viagem do veículo ferroviário ao longo da linha.

20. Método, de acordo com a reivindicação 16, no qual a etapa de transmitir os indícios indicativos das mudanças no ambiente ainda compreende transmitir quando é detectada uma perda de sustentação da linha para ao menos um

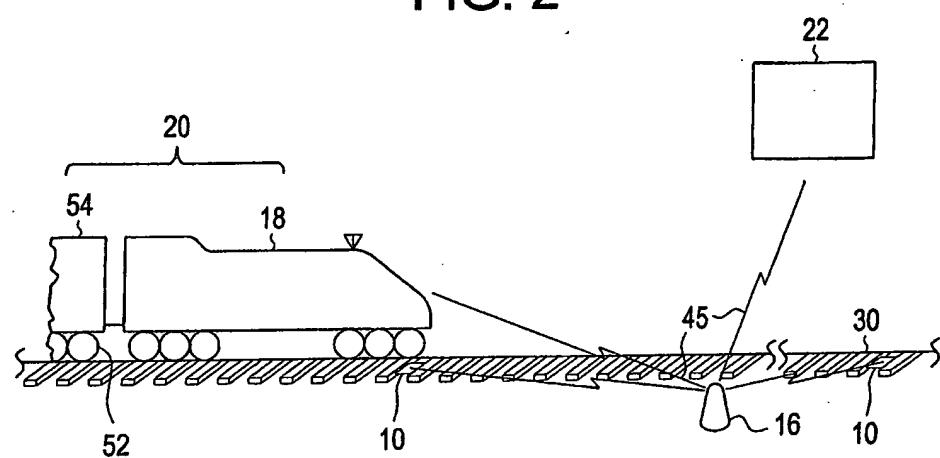
entre um trem, uma instalação de serviços, e um equipamento ferroviário operável de modo a evitar a movimentação de trens na direção da linha monitorada.

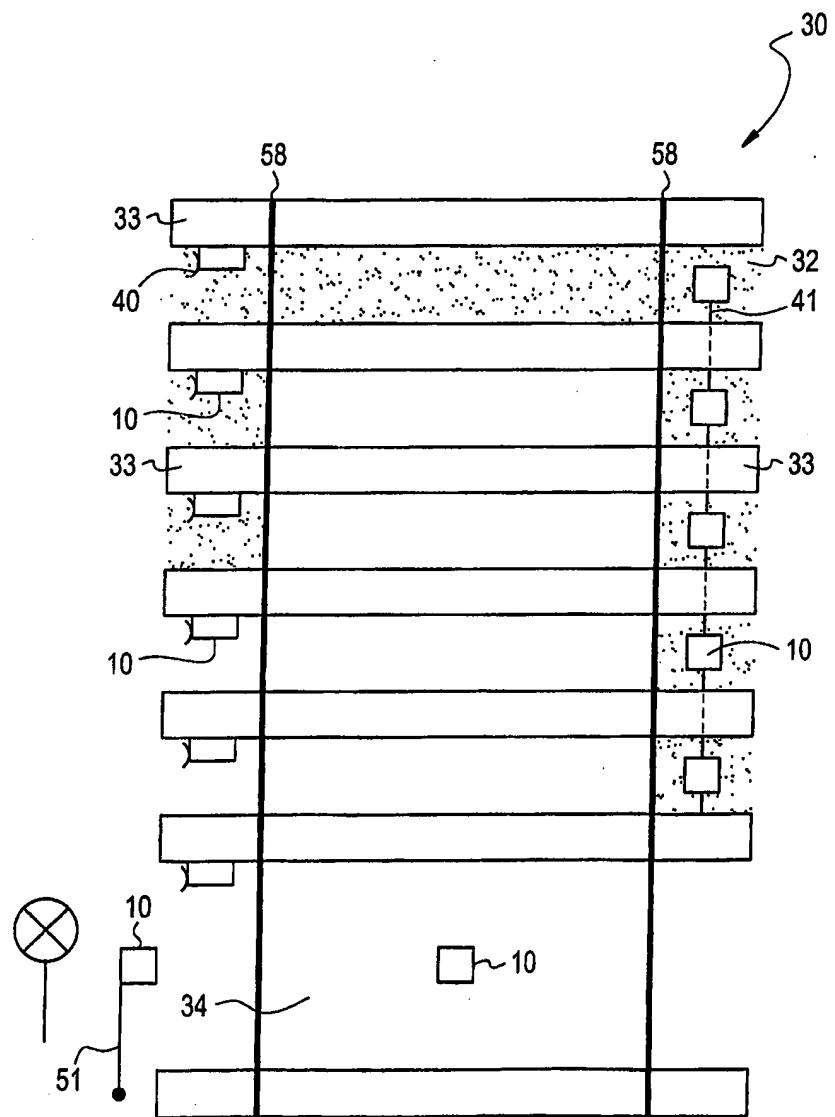
FIG. 1



2/3

FIG. 2



**FIG. 3**

**Resumo**

**Sistema e método para detectar uma mudança ou uma obstrução em uma linha ferroviária.** Sistema para detectar a capacidade de uma linha férrea em suportar, de forma segura, veículos ferroviários sobre a linha através da detecção das mudanças no ambiente próximo da linha, o sistema incluindo um sensor para detectar um campo magnético próximo da linha férrea e para gerar dados indicativos do campo magnético, um processador para processar os dados do sensor e para identificar as mudanças no campo magnético próximo da linha férrea, e um dispositivo de comunicação, em comunicação com o processador para transmitir os indícios indicativos de mudanças no ambiente próximo da linha férrea que afetam a capacidade do trem em suportar, de forma segura, os veículos ferroviários.