



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

(11) BR 112016008836-0 B1



(22) Data do Depósito: 21/10/2014

(45) Data de Concessão: 19/07/2022

(54) Título: MÉTODO PARA A DETERMINAÇÃO DE UMA OPERAÇÃO DE MOAGEM DE MOTORES DE MOAGEM EM UM VEÍCULO DE MOAGEM E VEÍCULO DE MOAGEM DE TRILHO

(51) Int.Cl.: E01B 31/17.

(30) Prioridade Unionista: 21/10/2013 US 61/893,546.

(73) Titular(es): HARSCO TECHNOLOGIES LLC..

(72) Inventor(es): JOSEPH PALESE; CHRISTOPHER HARTSOUGH.

(86) Pedido PCT: PCT US2014061507 de 21/10/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/061270 de 30/04/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/04/2016

(57) Resumo: MOTOR DE MOAGEM E MÉTODO DE OPERAÇÃO DO MESMO PARA APLICAÇÕES FERROVIÁRIAS. Métodos e aparelhos para orientar e operar motores de moagem e seus parâmetros mecânicos associados para aplicações ferroviárias são descritos. Um método para a determinação de um parâmetro para a operação de motores de moagem num veículo de moagem, pode incluir: receber um perfil do trilho, comparar o perfil de trilho com um modelo ferroviário alvo para fornecer um resultado de comparação, e determinar, por um processador, com base no resultado de comparação, um ou mais de uma orientação, potência, e velocidade do motor de moagem.

"MÉTODO PARA A DETERMINAÇÃO DE UMA OPERAÇÃO DE MOAGEM DE MOTORES DE MOAGEM EM UM VEÍCULO DE MOAGEM E VEÍCULO DE MOAGEM DE TRILHO"

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDO RELACIONADO

[001] Este pedido reivindica prioridade ao Pedido Provisório Norte-Americano nº 61/893,546, depositado em 21 de Outubro de 2013, que é aqui incorporado por referência na sua totalidade.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Ferrovias são tipicamente construídas de modo a incluir um par de trilhos, substancialmente paralelos alongados, os quais são acoplados a uma pluralidade de barras de afastamento que se estendem lateralmente. As barras de afastamento são dispostas em um leito do balastro de material particulado duro como granito com bordas afiadas. Ao longo do tempo, o uso e desgaste normal na estrada de ferro podem levar os trilhos a desenvolverem defeitos de superfície e se deformarem em forma.

[003] Os moedores ferroviários são veículos de trilha tipicamente usados para moldar a seção transversal do trilho para controlar a interface roda/trilho e remover defeitos superficiais longitudinais. Motores de moagem podem ser de mão, carrinho montado, ou parte de máquinas ligadas ao trilho (*rail-bound*). Os moedores ferroviários têm configurações de motor que normalmente variam de 10 a 96 motores de moagem. Estes motores podem ser orientados em ângulos pré-definidos com o perfil transversal do trilho e têm diferentes cavalos de potência.

[004] O documento US 5140776 revela uma luz estroboscópica, orientada diretamente sobre um trilho da estrada de trem e em

um ângulo de 45° com a horizontal que projeta uma linha luminosa através do trilho. Um par de câmeras orientadas diretamente sobre o trilho visualiza a imagem da luz no trilho. As linhas de luz refletidas na base do trilho fornecem uma referência para descrever numericamente o perfil da cabeça de trilho. O perfil de trilho medido é comparado a um perfil de trilho ideal. Os resultados da comparação são usados para posicionar os módulos de moagem para moer o trilho em um perfil preferido.

BREVE SUMÁRIO

[005] A presente descrição é dirigida a sistemas e métodos melhorados para uso na manutenção de vias de trilho, tais como moagem.

[006] Em uma modalidade, um método para a determinação de um parâmetro para a operação de motores de moagem em um veículo de moagem inclui: receber um perfil de trilho, comparar o perfil de trilho com um modelo ferroviário alvo para fornecer um resultado de comparação, e determinar por um processador, com base no resultado da comparação, uma ou mais de orientação, potência e a velocidade longitudinal de um motor de moagem.

[007] Numa outra modalidade, um método para a determinação de uma operação de moagem de motores de moagem num veículo de moagem inclui: receber dados associados com o perfil de trilho, determinar um atributo de ondulação aos dados do perfil do trilho, determinar se o atributo de ondulação indica a presença de ondulação que pode ser removida por moagem, moagem do trilho para o perfil, se for determinado que o atributo de ondulação indica a presença de ondulação que não pode ser removida por moagem, e moagem do trilho para ondulação se for determinado que o atributo

de ondulação indica a presença de ondulação que pode ser removida por moagem.

[008] Numa outra modalidade, um veículo ferroviário de moagem inclui um primeiro motor de moagem e um segundo motor de moagem. O primeiro motor de moagem é configurado para ser posicionado em relação a um trilho numa orientação selecionada com base numa comparação entre o perfil do trilho e um modelo ferroviário. O segundo motor de moagem é configurado para ser posicionado em relação ao trilho numa orientação selecionada com base numa comparação de um modelo do molde ferroviário atualizado para estimar o metal removido através do primeiro motor de moagem e um modelo ferroviário.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[009] As modalidades são ilustradas a título de exemplo nas figuras anexas, em que números de referência iguais indicam partes semelhantes, e nos quais:

[010] A Figura 1 é uma vista lateral de um motor de moagem de trilho exemplificativo encontrado em um moinho de trilho;

[011] A Figura 2 é uma vista em perspectiva de um sistema de medição exemplificativo;

[012] A Figura 3 é um gráfico de um perfil de trilho exemplificativo;

[013] A Figura 4 é um gráfico de um perfil de trilho exemplificativo medido e um modelo de trilho alvo exemplificativo;

[014] A Figura 5 é uma vista em perspectiva de um trilho exemplificativo com ondulação;

[015] A Figura 6 é uma vista em perspectiva de uma visualização de mapa de calor generalizado de uma ondulação ferroviária exemplificativa;

[016] A Figura 7 é um fluxograma de um processo exemplificativo para a determinação do modo de moagem;

[017] A Figura 8 é um fluxograma de um processo exemplificativo para a determinação da orientação do motor de moagem para o perfil de moagem;

[018] A Figura 9A é um gráfico de um perfil de trilho exemplificativo e modelo ferroviário alvo exemplificativo;

[019] A Figura 9B é um gráfico de uma curva de diferença exemplificativa para o modelo de perfil e de alvo da Figura 9A;

[020] A Figura 9C é um gráfico de um perfil de trilho exemplificativo numa iteração seguinte à da Figura 9A e um modelo de trilho alvo exemplificativo;

[021] A Figura 9D é um gráfico de uma curva de diferença exemplificativa para o modelo de perfil e alvo da Figura 9C;

[022] A Figura 10 é um gráfico de uma área de remoção exemplificativa esperada para uma dada velocidade do trem e da profundidade de corte de moagem de brita fina; e

[023] A Figura 11 é um aparelho de computação ferroviário exemplificativo.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[024] Embora a fabricação e utilização de várias modalidades da presente invenção são discutidas em detalhes a seguir, deve

ser entendido que a presente descrição fornece muitos conceitos inventivos aplicáveis que podem ser incorporados numa vasta variedade de contextos específicos. As modalidades específicas aqui descritas são meramente ilustrativas de formas específicas para fazer e usar a descrição, e não limitam o escopo da descrição.

[025] Para facilitar a compreensão da presente descrição, um número de termos são definidos abaixo. Os termos definidos neste documento têm significados como geralmente compreendido por uma pessoa com conhecimentos comuns nas áreas relevantes para a presente descrição. Termos tais como "um", "uma", e "a" não pretendem referir-se a somente uma entidade singular, mas incluem a classe geral da qual um exemplo específico pode ser utilizado para ilustração. A terminologia aqui utilizada para descrever modalidades específicas da presente descrição, mas a sua utilização não deve limitar a descrição, exceto tal como descrito nas reivindicações.

[026] A presente descrição é dirigida a um processo para a automatização da orientação do motor de moagem. Em uma modalidade, o processo utiliza sistemas de inspeção do perfil do trilho, transversal (corte transversal) e longitudinal (ondulação, as ondas de superfície), e equações de remoção de metal preditiva, para proporcionar uma orientação desejada e potência dos motores, bem como velocidade apropriada do trem de moagem.

[027] Várias modalidades de um processo para determinar a orientação do motor de moagem, a potência e/ou a velocidade são descritos, e máquinas ferroviárias que incorporem esse processo de acordo com a presente descrição são descritas. É para ser compreendido, contudo, que a seguinte explicação é meramente exemplar na descrição dos dispositivos e

métodos da presente descrição. Assim, várias modificações, alterações e substituições estão contempladas.

[028] O processo aqui descrito pode ser implementado em uma máquina ligada ao trilho dedicada aos processos de moagem ferroviários. Em outras modalidades, os motores de moagem podem ser associados com outros tipos de máquinas de trilho. A máquina ferroviária com motores de moagem pode ser utilizada com um operador, ou em outras modalidades, a máquina de trilho com motores de moagem pode ser operada como um veículo de drone (ou seja, sem um operador humano).

[029] A Figura 1 é uma vista lateral de um motor de moagem do trilho 10. O motor de moagem do trilho 10 é mostrado em vista parcial e um aparelho de moagem ferroviário pode incluir muitos motores de moagem acoplados a um veículo ferroviário operável para trafegar, por exemplo, a auto-propulsionado, para baixo do trilho . Um trilho 12 é mostrado em seção transversal. Uma orientação de uma cabeça de moagem 14 pode ser controlada em relação ao trilho 12. O motor de moagem do trilho 10 pode ser acoplado a um veículo ferroviário pelas montagens 16a e 16b. Os atuadores 18a e 18b acoplados entre a cabeça de moagem 14 e o veículo ferroviário podem controlar a orientação vertical e lateral da cabeça de moagem 14 em relação ao trilho 12. Um atuador 20 pode controlar um ângulo 22 da cabeça de moagem 14 em relação ao trilho 12 .

[030] A Figura 2 é uma vista em perspectiva de um sistema de medição de trilho exemplificativo. O veículo ferroviário pode incluir um sistema de medição 100. O sistema de medição 100 pode obter uma medição de perfil do trilho 12. Pode ser, por exemplo, um sistema de câmara, um sistema de

medição de laser, ou qualquer outro sistema que pode obter um conjunto de dados representativo de um perfil transversal do trilho. O conjunto de dados pode ser gravado com referência a uma posição específica do trilho por referência a uma roda codificadora que está ligada ao trilho. O sistema de medição 100 pode operar continuamente ou pode medir o perfil do trilho periodicamente, por exemplo, a cada 3 m.

[031] O processo de acordo com a presente invenção pode utilizar medições do perfil transversal em tempo real (por exemplo, retornada em coordenadas cartesianas através de sistemas de medição de perfil do trilho com base de laser, ou por outros sistemas), bem como as medições de ondulação ferroviária (anomalias da superfície do trilho através da aceleração ou dados de deslocamento), para determinar um modo de moagem para o perfil e/ou ondulação. A Figura 3 representa uma medição de perfil transversal exemplar de um determinado trilho sobre coordenadas retangulares. Dependendo do sistema de medição 100, a medição do perfil pode ser contínua ou pode ser fornecida numa pluralidade de seções 110a, 110b, etc. O número de seções (de um para muitos) pode depender do campo de visão e o número de sensores de medições. A Figura 4 descreve um modelo de trilho alvo selecionado 122 alinhado de encontro a um perfil de trilho medido 120, por exemplo, em uma região lateral esquerda da parte superior do trilho, como a seção 110a. O modelo de trilho pode ser uma forma transversal do trilho.

[032] Com referência às Figuras 5 e 6, um problema que pode ser encontrado é a ondulação ferroviária ao longo de um perfil longitudinal de um trilho 500, 600. A Figura 5 é uma vista em perspectiva de um trilho exemplificativo 500 com ondulação (por exemplo, áreas salientes 502a, 502b e

áreas deprimidas 504a, 504b, e a Figura 6 ilustra a ondulação de trilho de um trilho 600 como uma função da profundidade de uma visualização do mapa de calor generalizado. A ondulação do trilho pode ser removida ou reduzida pela moagem do trilho para achatar a ondulação. O trilho pode ser moído, posicionando um dos mais motores de moagem ferroviários no trilho para remodelar o trilho.

[033] A quantidade de metal removido a partir do trilho por cada motor individual é dependente de um número de fatores, tais como a potência do motor que, influencia a quantidade de metal removido durante a moagem, incluindo a velocidade do veículo, a composição da pedra de moagem, a dureza do trilho, a forma inicial do trilho, bem como outros. A velocidade do veículo ligado ao trilho afeta significativamente a quantidade de metal removido durante a moagem, e é, na prática, um dos parâmetros mais fáceis de ajustar para controlar a quantidade de metal removido.

[034] Um processo exemplar para a determinação de seleção de modo de moagem está representado na Figura 7. Um modo de moagem possível é moer para o perfil. Moagem para o perfil inclui moldar várias superfícies do trilho, por exemplo, o topo e lado do trilho, na mesma operação de procurar um perfil de acabamento desejado. Outro modo de moagem possível é moer para ondulação. Moagem para ondulação inclui priorizar a inclinação da parte superior do trilho para reduzir a ondulação posicionando mais ou todos os motores de moagem (aumentando desse modo a remoção total de metal) sobre a parte superior do trilho. Uma moagem para a operação de ondulação pode ser seguida por uma moagem para a operação de perfil, ou vice-versa. Alternativamente, pode ser utilizado apenas uma moagem para o modo de perfil,

ou pode ser utilizada apenas uma moagem para o modo de ondulação. Se a amplitude da ondulação e medições de comprimentos de onda indicam que está presente ondulação suficiente que possa ser removida por meio de moagem, os motores de moagem podem ser orientados para remover a ondulação antes de ajustar o perfil.

[035] Nas etapas S100 e S102, os dados do perfil do trilho e as medições de ondulação são fornecidos, por exemplo, pelo sistema de medição 100. As medições de ondulação podem incluir medições de comprimento de onda e da amplitude. Na etapa S106, é determinado se o comprimento de onda pode ser removido por moagem através de uma comparação entre o comprimento de onda da ondulação para o tamanho da pedra de amolar. Se o comprimento de onda pode não ser removido por moagem, em seguida, a moagem para o modo de perfil é selecionada na etapa S108. Se o comprimento de onda pode ser removido por moagem, em seguida, o processo prossegue para a etapa S110, onde é determinado se a amplitude da ondulação pode ser removida por moagem preservando ao mesmo tempo a camada endurecida de trabalho do trilho. Se a amplitude não pode ser removida por moagem, em seguida, a moagem para o modo de perfil é selecionada na etapa S112. Se a amplitude pode ser removida por moagem, em seguida, a lógica do modo de moagem pode avaliar se a amplitude (A) da ondulação está acima de um certo valor definido (por exemplo, 0,3175 mm) na etapa S114. Se a amplitude está acima do valor definido, em seguida a moagem por ondulação é selecionada na etapa S116. Se a ondulação medida não indica que a moagem por ondulação deve ser aplicada, em seguida, um índice de qualidade de ondulação (CQI) pode ser determinado como etapa S118. um exemplo de um

CQI é uma razão de impacto dinâmico aceitável vs gerado com base nos dados de ondulação medidos. As ferrovias individuais podem definir um limiar CQI que coincide com os seus padrões individuais. Se o CQI é igual ou inferior ao limiar, então a moagem para ondulação é selecionada na etapa S120. Se o CQI for superior ao limiar, então a moagem para o perfil é selecionada na etapa S122.

[036] Se a moagem da ondulação é necessário, o número de passagens (viagens sequenciais ao longo do mesmo local) necessário para preparar o segmento para a moagem de perfil pode ser recomendado para o operador. Note-se, o número de passagens pode ser dependente do número e potência dos motores no moedor. Após a moagem por ondulação, se necessário, são feitas recomendações para o operador sobre o padrão de moagem e velocidade do moedor para remodelar a seção transversal do trilho para a forma desejada (modelo). Dependendo do número de motores de moagem no moedor ligado ao trilho, o processo pode também prever o número de passagens, e para cada passagem, definir o padrão de moagem (por exemplo, a orientação dos motores de moagem, potência do motor de moagem) e velocidade do moedor.

[037] Quando é tempo de moer para o perfil, os padrões de moagem podem ser gerados automaticamente para trazer o perfil do trilho transversal a um modelo ferroviário alvo, seja para uma correspondência exata, ou para dentro de alguma tolerância. Essas tolerâncias podem incluir corresponder um modelo de perfil selecionado ou passagens de otimização com base nas tolerâncias do usuário. A abordagem de modelo de perfil selecionado de correspondência pode incluir passagens infinitas, por exemplo, usando um método de moagem de perseguição de pico, como o que está discutido em mais detalhes com referência à Figura 8.

[038] A otimização das passagens com base em tolerâncias de usuário pode incluir especificar o número de passagens, utilizando um alvo de Índice de Qualidade de Moagem (GQI), ou utilizando uma técnica de utilização de recursos de destino. Um exemplo de um GQI é a razão entre a curva de diferença a uma curva de aceitabilidade. O número de abordagem de passagens pode incluir um método de moagem local ideal, o que pode priorizar a moagem sobre as áreas mais críticas da cabeça do trilho, seja na parte superior do transporte ferroviário, face do indicador, canto do indicador, ou do lado de campo. A abordagem de GQI pode incluir o método de moagem local ideal e/ou a perseguição do método de moagem de pico tendo um número suficiente de passagens para atingir o GQI alvo. A abordagem de utilização alvo pode considerar o combustível histórico, pedra, e outras figuras de uso para estimar o custo da operação de moagem. A moagem pode parar quando um certo custo para limiar de moagem é atingido. Em qualquer uma das abordagens acima, a lógica de otimização pode favorecer áreas específicas do trilho, tais como o canto do indicador para moagem de prioridade quando são impostas limitações.

[039] Fazendo referência à Figura 8, um método de moagem direcionado de perseguição de pico é descrito, o qual pode incluir o posicionamento e calibração de motores de moagem de tal forma como para moer o ponto mais alto de uma curva de diferença (por exemplo, uma diferença normal entre um perfil transversal medido e um perfil desejado, tais como um molde) como pode ser visto por cada motor de passagem. A lógica de perseguição de pico utiliza a informação sobre a quantidade de metal necessária para ser removida do trilho para corresponder a um modelo alvo selecionado

(uma curva de diferença). O processo pode ser um processo iterativo para n motores.

[040] Na etapas S200 e S202, os dados de perfil de trilho e o molde de trilho alvo são fornecidos alinhados. Na etapa S204, os dados do perfil do trilho e o modelo de trilho alvo são alinhados utilizando, por exemplo, uma rotina de minimização de área (ver, por exemplo, Figura 4) para proporcionar um perfil de trilho alinhado e molde na etapa S206. Na etapa S208, uma curva de diferença entre os dados do perfil do trilho e o modelo de trilho alvo é calculada para proporcionar uma curva de diferença, na etapa S210. A curva de diferença pode identificar a profundidade do material a ser removido ao longo da superfície transversal do perfil do trilho medido em relação ao modelo de trilho alvo.

[041] A curva de diferença pode ser utilizada para identificar um ponto no perfil do trilho onde a quantidade máxima de metal necessita ser removida na etapa S212. Com base nesta localização, na etapa S214, o ângulo do motor pode ser ajustado de modo que o contato é feito naquele local no trilho. Na etapa S216, a área de metal que seria removida a partir do perfil, se o trilho foi moído até uma quantidade igual à profundidade do pico é calculada. Este cálculo identifica o ponto de contato sobre o perfil de trilho medido com base na localização identificada na etapa S212, e calcula a área removida projetando o ângulo do motor para o transporte ferroviário. Na etapa S218, este valor de área é comparado com uma área de remoção de metal possível máxima (determinada utilizando equações de remoção de metal preditiva). Se esta área é maior que a área de remoção de metal máxima possível, o motor de moagem é definido como potência máxima na etapa S220. No caso em que a área de remoção é maior do

que a área máxima possível de ser removida, o veículo de moagem é definido como a sua velocidade mais lenta também na etapa S220. O perfil de trilho é modificado para imitar uma passagem pelo único motor na etapa S222, e o processo retorna à etapa S208 para recalcular a curva de diferença (agora estimada), após a remoção de metais pelos motores de moagem precedentes criados por esta passagem do processo e para a determinação contínua da orientação dos motores de moagem restantes.

[042] Se a área a ser removida é inferior à máxima, a velocidade do veículo ferroviário de moagem pode ser aumentada. Se este for o primeiro motor do padrão (etapa S224), a velocidade do veículo ferroviário de moagem (por exemplo, "velocidade do trem") é também determinada a partir das equações de remoção de metal para a passagem com base na área máxima a ser removida entre os trilhos esquerdo e direito (etapa S226), e a velocidade do trem padrão está definida para o resultado determinado (etapa S228).

[043] Como a etapa S229, a velocidade do trem e a área a ser removida são passadas através da equação de remoção de metal para determinar a configuração desejada para alimentação do motor para se obter a profundidade de corte alvo. A potência do motor será maximizada, se a área a ser removida é maior do que a área máxima possível que pode ser removida, ajustada para a potência do motor mínima se a área a ser removida é menor do que a área mínima que pode ser removida, ou definida para uma potência específica determinada, se a área situa-se entre as áreas máxima e mínima, e que podem ser removidas à velocidade do veículo de moagem especificada. Na etapa S230, a potência do motor de moagem é ajustada para a potência do motor determinado.

[044] Como mencionado acima, isto pode ser implementado como um processo iterativo que é aplicado a cada um dos n motores de moagem no moedor. Na etapa S232, se este for do motor n de n , o padrão é finalizado em S232 e passa para o software de controle do moedor para ajustar fisicamente os motores de moagem para corresponder ao padrão de perfil (por exemplo, usando os atuadores 18a, 18b e 20). Se este não é o motor n , o perfil do trilho na memória é modificado para simular a passagem de uma pedra de amolar na orientação determinada e potência na etapa S222. Este novo perfil é então utilizado para recalcular a curva de diferença na etapa S208 e passar essa curva de diferença para a próxima iteração da lógica de perseguição de pico.

[045] O processo acima descrito pode criar um conjunto de orientações para motores de moagem que não depende de um padrão pré-determinado a partir de uma biblioteca de padrões. Isto é, o arranjo dos motores de moagem é definido individualmente, por motor, de um modo iterativo, com base na diferença entre a medição do perfil do trilho e o perfil alvo na primeira iteração. Nas iterações subsequentes, o perfil de trilho medido é atualizado para um perfil estimado que leva em conta o efeito de remoção de metal de orientações do motor de moagem previamente determinadas. Esta abordagem permite uma maior flexibilidade na colocação de motores de moagem, porque eles não são fixos aos padrões predeterminados. O padrão pode ser personalizado para a condição específica do trilho e otimizado para condições específicas encontradas no campo. Esta abordagem não é limitada por um pequeno número de padrões predeterminados que podem ser disponibilizados para o trem de moagem. E, quando comparada com uma grande biblioteca de

padrões pré-determinados, uma solução pode ser encontrada mais rapidamente do que a triagem através de numerosos padrões predefinidos, que não podem ser praticamente implantados em tempo quase real, devido a limitações computacionais.

[046] Além disso, a análise do efeito de remoção de metal de cada motor, como a sua orientação é determinada, também tira proveito do efeito sequencial dos motores de moagem. Isto é, quando um motor de moagem passa sobre o trilho, remove o material que motores de moagem posteriores não encontrará. Assim, a energia necessária e orientação dos motores de moagem subsequentes é afetada pela ordem em que os motores de moagem encontram o trilho. Simplesmente comparar um perfil atual e um perfil alvo para selecionar um perfil de moagem a partir de uma biblioteca de perfis não leva em conta o impacto da sequência dos motores de moagem são aplicadas ao trilho, nem leva em conta a forma transversal inicial do trilho. Por exemplo, um padrão genérico pode ter potência do motor desnecessária aplicada em determinados pontos no trem de moagem, o que leva a ineficiências ou resultados deteriorados da operação de moagem.

[047] A Figura 9 mostra duas passagens em um método de perseguição de pico exemplificativo. Os pontos de contato do motor são indicados nos perfis ferroviários com a curva de diferença correspondente para cada passagem mostrada abaixo do perfil.

[048] Fazendo referência à Figura 9A, um perfil de trilho 902 e um modelo de trilho alvo 904 são mostrados. A diferença entre o perfil do trilho 902 e modelo de trilho alvo 904 é mostrada como o rastro de diferença 906 na Figura 9B. O pico, ou a maior diferença de magnitude, é encontrada no rastro de

diferença 906 no ponto 908. A orientação do motor de moagem, que pode incluir tanto um ponto de contato e ângulo de contato, é definida no ponto 910 no trilho correspondente ao pico 908 no rastro de diferença 906.

[049] Depois de determinar a orientação e a potência do motor de moagem no ponto 910, a equação de remoção de metal é utilizada para estimar o perfil do trilho com a aplicação do motor de moagem em 910. O perfil do trilho estimado 920 e o modelo de trilho alvo 922 são mostrados na Figura 9C. A diferença entre o perfil do trilho 920 e modelo de trem alvo 922 é mostrada como o rastro de diferença 924 na Figura 9D. O pico, ou maior diferença magnitude que estava anteriormente no ponto 908 na Figura 9B foi reduzida devido à colocação do motor de moagem no ponto 910. Assim, o pico no rastro de diferença 924 foi movido para o ponto 926. A orientação do motor de moagem é definida no ponto 928 correspondente ao pico 926 no rastro de diferença 924. Este processo pode ser repetido para n motores, até que a curva de diferença atenda a determinados critérios, tais como GQI ou outro critério de acabamento foi cumprida.

[050] Um modelo preditivo que calcula a área de metal removido por uma pedra de amolar com base na teoria de moagem do pó de pedra e de medições experimentais pode ser aproveitado no processo acima descrito. A equação da área de remoção de metais (MRE) é uma extrapolação dos resultados da experimentação de moagem realizada utilizando instalações de moagem que produzem profundidades específicas de corte do pó de pedra de moagem. Esta experimentação foi realizada de tal forma que representa o efeito da velocidade do trem na remoção da área de moagem.

[051] Fazendo referência à Figura 10, a área de remoção

do metal para várias profundidades de corte de pó de pedra de moagem 1002, 1004, 1006, 1008, 1010, 1012 é mostrada como uma função da velocidade do trem. A MER pode ser utilizada em pelo menos de três modos. O primeiro deles, a velocidade do trem pode ser determinada por um padrão baseado em uma área máxima a ser removida para o passe. O segundo deles, a MRE pode ser usada para prever a potência que um motor deve ser fixado em para remover uma quantidade específica de material. Para alcançar uma certa profundidade de corte, uma certa potência do motor é necessária. Assim, a profundidade de corte está relacionada com a potência do motor. O terceiro deles, a MRE pode ser utilizada para estimar a quantidade de metal que seria removida se o motor fosse fixado a uma potência específica.

[052] Geralmente, a equação da área remoção de metais (MRE) pode ser usada para determinar a velocidade do trem, potência do motor, e a área removida. A velocidade do trem pode ser descrita como uma função da área máxima de remoção de destino com base no perfil do trilho e a curva de diferença, velocidade média de rotação de pedras de moagem do moedor, resistência ao corte do trilho, a soma do número de pós de pedra na superfície das pedras de moagem, potência do motor de moagem máxima e mínima, e prática máxima e velocidade mínima do trem de moagem. A potência do motor pode ser descrita como uma função da área de remoção alvo com base na curva da diferença e perfil do trilho, a velocidade do trem, a velocidade média de rotação das pedras de moagem do moedor, potência do motor de moagem máxima e mínima prático, e uma velocidade do trem de moagem máxima e mínima prático. A área de metal removido pode ser descrita como uma função do ajuste de potência do motor de corrente no cálculo, a velocidade do trem, a

velocidade de rotação média das pedras de moagem do moedor, potência de motor de moagem máxima e mínima prática, e uma velocidade do trem de moagem máxima e mínima prática.

[053] Os processos aqui descritos podem ser implementados num computador associado com o veículo de moagem. O computador pode ser disposto sobre o veículo de moagem, ou pode estar localizado à distância do veículo de moagem, com instruções enviadas para o veículo de moagem. Em uma modalidade, o computador para implementar um ou mais dos processos aqui descritos inclui um processador configurado para executar pelo menos um programa armazenado na memória para efeitos de processamento de dados para realizar uma ou mais das técnicas que são aqui descritas. O processador pode ser acoplado a uma interface de comunicação para receber os dados de sensores remotos, tais como os dados do perfil do trilho e as medições de ondulação. O processador também pode receber os dados de detecção através de um bloco de entrada/saída. Além de armazenar as instruções do programa, a memória pode armazenar os conjuntos de dados preliminares, intermédios e finais envolvidos nas técnicas que são aqui descritas. Entre as suas outras características, o sistema de processamento de dados ou computador pode incluir uma interface de exibição, e um mostrador que mostra os diversos dados que são gerados, tal como aqui descrito. Será apreciado que o sistema de computador ou dados de processamento mostrados na Fig. 11 são meramente exemplificativos (por exemplo, o mostrador pode ser separado a partir do computador, etc.) em natureza e não é limitativo dos sistemas e métodos aqui descritos.

[054] A Figura 11 ilustra um sistema de processamento de

dados 1100 para a realização de métodos de acordo com uma modalidade da presente descrição. O sistema de processamento de dados 1100 pode incluir um processador 1102 configurado para executar pelo menos um programa 1104 armazenado em uma memória 1106, para efeitos de processamento de dados para realizar uma ou mais das técnicas que são aqui descritas. O processador 1102 pode ser acoplado a uma interface de comunicação 1108 para receber dados de sensores remotos. O processador 1102 também pode receber os dados de sensoriamento através de um bloco de entrada/saída 1110. Além de armazenar instruções para o programa, a memória 1106 pode armazenar conjuntos de dados preliminares, intermediários e finais envolvidos nas técnicas que são aqui descritas. Entre as suas outras características, o computador ou o sistema de processamento de dados 1100 pode também incluir uma interface de exibição 1112 e um mostrador 1114 que permite visualizar os diferentes dados que são gerados, tal como aqui descrito. Será apreciado que o computador ou o sistema de processamento de dados 1100 mostrado na Figura 11, é meramente exemplificativo (por exemplo, o mostrador pode ser separado do computador, omitido, etc.) em natureza e não é limitativo dos sistemas e métodos aqui descritos.

[055] Embora várias modalidades, em conformidade com os princípios aqui descritos tenham sido descritas acima, deve ser entendido que as mesmas foram apresentadas por meio de exemplo apenas, e não são limitantes. Assim, a amplitude e escopo da presente invenção(s) não deve ser limitado por nenhuma das modalidades exemplares acima descritas, mas deve ser definido apenas de acordo com as reivindicações e os seus equivalentes oriundos a partir desta descrição. Além disso, as vantagens e as características

anteriormente referidas são fornecidas em modalidades descritas, mas não devem limitar a aplicação de tais reivindicações emitidas para os processos e estruturas completando qualquer uma ou todas as vantagens acima.

[056] Deve entender-se que as principais características desta descrição podem ser empregues em várias modalidades sem sair do escopo da descrição. Os técnicos especialistas no assunto reconhecerão, ou serão capazes de determinar usando não mais do que experimentação de rotina, numerosos equivalentes para os procedimentos específicos aqui descritos. Tais equivalentes são considerados como estando dentro do escopo desta descrição e estão cobertos pelas reivindicações.

[057] Além disso, os títulos das seções presentes são fornecidos para a consistência com as sugestões sob 37 CFR 1.77, ou de outro modo para fornecer interpretações organizacionais. Estes títulos não deverão limitar ou caracterizar a invenção(s) estabelecida em quaisquer reivindicações que podem emitir a partir desta descrição. Especificamente e a título de exemplo, embora os títulos se referem a um "Campo da invenção", tais reivindicações não devem ser limitadas pela linguagem sob este título para descrever o chamado domínio técnico. Além disso, uma descrição da tecnologia na seção "Antecedentes da Invenção" não é para ser interpretada como uma admissão de que a tecnologia é estado da técnica para qualquer invenção(s) na presente descrição. Nem o "Resumo" é para ser considerado uma caracterização da invenção(s) de acordo com as reivindicações emitidas. Além disso, qualquer referência na presente descrição à "invenção", no singular, não deve ser usado para argumentar que existe apenas um único ponto de novidade desta descrição. Várias invenções podem ser estabelecidas de acordo com as limitações das

várias reivindicações que emitem a partir desta descrição, e tais reivindicações definindo, assim, a invenção(s), e os seus equivalentes, que são protegidos deste modo. Em todos os casos, o escopo de tais reivindicações deve ser considerado por seus próprios méritos, à luz desta descrição, mas não deve ser limitado pelas posições aqui estabelecidas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a determinação de uma operação de moagem de motores de moagem (10) em um veículo de moagem caracterizado pelo fato de que compreende:

receber os dados associados com um perfil do trilho (120);

determinar um atributo de ondulação dos dados de perfil ferroviário;

determinar se o atributo de ondulação indica a presença de ondulação que pode ser removida por moagem;

moer o trilho (12) para o perfil se for determinado que o atributo de ondulação indica a presença de ondulação que não pode ser removida por moagem; e

moer o trilho (12) para ondulação se for determinado que o atributo de ondulação indica a presença de ondulação que pode ser removida por moagem.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o atributo de ondulação é uma amplitude de ondulação de um trilho (12).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o atributo de ondulação é um comprimento de onda de ondulação de um trilho (12).

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a moagem do trilho (12) para ondulação inclui o posicionamento de uma pluralidade de motores de moagem (10) a uma superfície superior de um trilho.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a moagem do trilho (12) para ondulação inclui o posicionamento de todos os motores de moagem (10) sobre o veículo de moagem a uma superfície superior de um trilho.

6. Veículo de moagem de trilho caracterizado pelo fato de que compreende:

um primeiro motor de moagem (10) configurado para ser posicionado em relação a um trilho (12) em uma primeira orientação selecionada com base numa comparação entre o perfil do trilho (120) e um modelo de trilho (122); e

um segundo motor de moagem (10) configurado para ser posicionado em relação ao trilho em uma segunda orientação selecionada com base numa comparação de um modelo do molde do trilho atualizado para estimar o metal removido pelo primeiro motor de moagem e um modelo ferroviário.

7. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que compreende ainda um sistema de medição de trilho (100) configurado para se obter o perfil do trilho por medição.

8. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o sistema de medição do trilho (100) inclui um sistema de medição a laser.

9. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que os primeiro e segundo motores de moagem (10) estão configurados para serem orientados a uma superfície de topo do trilho (12), se o perfil do trilho indica a presença de ondulação que pode ser removida por moagem.

10. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o veículo é configurado para definir uma velocidade do veículo com base na comparação do perfil do trilho (12) e o molde do trilho.

11. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

um sistema de atuação acoplado (18a, 18b, 20), respectivamente, ao primeiro motor de moagem e ao segundo motor de moagem; e

um controlador configurado para:

fazer com que o sistema de atuação posicione o primeiro motor de moagem (10) em relação ao trilho (12) na primeira orientação; e

fazer com que o sistema de atuação posicione o segundo motor de moagem (10) em relação ao trilho (12) na segunda orientação.

12. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o controlador está configurado para:

determinar pelo menos um de um comprimento de onda ou uma amplitude de ondulação do trilho (12);

selecionar um de uma moagem para o modo de perfil e uma moagem para o modo de ondulação com base no comprimento de onda ou na amplitude da ondulação;

em resposta à seleção do modo de moagem de perfil, fazer com que o primeiro e o segundo motores (10) moam o trilho para o perfil; e

em resposta à seleção do modo de moagem para corrugação, fazer com que o primeiro e o segundo motores de moagem (10) moam o trilho para ondulação.

13. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o controlador está configurado para:

(a) comparar o comprimento de onda da ondulação do trilho (12) e o tamanho de uma pedra de moagem de pelo menos um dos primeiro e segundo motores de moagem (10), e selecionar a moagem para o modo de perfil com base na comparação;

(b) comparar a amplitude da ondulação do trilho e um limiar, e selecionar a moagem para o modo de ondulação, se a amplitude estiver acima do limiar, ou ambos (a) e (b).

14. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que, com base na trituração para o modo de ondulação selecionado, o controlador é configurado para orientar o primeiro e o segundo motores de trituração (10) em uma superfície superior do trilho (12).

15. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o controlador está configurado para determinar um resultado de diferença entre o perfil do trilho (120) e o modelo de trilho (122), para determinar um pico no resultado da diferença, e definir pelo menos uma das primeira ou segunda orientação dos primeiro e segundo motores de moagem no pico.

16. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o controlador está configurado para definir

uma potência de pelo menos um dos primeiro e segundo motores de moagem (10) com base na magnitude do resultado da diferença no pico.

17. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o controlador está configurado para selecionar o modo de moagem para perfil e a moagem para o modo de ondulação com base em uma determinação sobre se a amplitude da ondulação indica que a ondulação pode ser removida por moagem.

18. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o comprimento de onda ou amplitude de ondulação do trilho (12) representa áreas elevadas ou áreas deprimidas ao longo de um perfil longitudinal do trilho.

19. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o veículo de moagem de trilho inclui uma pluralidade de motores de moagem (10) que incluem o primeiro e o segundo motores de moagem;

no modo de moagem para perfil, o controlador é configurado para fazer com que o sistema de atuação (20) posicione a pluralidade de motores de moagem em várias superfícies distintas do trilho (12); e

as múltiplas superfícies distintas incluem uma superfície superior do trilho e uma superfície lateral do trilho.

20. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o controlador está configurado para:

calcular um índice de qualidade de ondulação do trilho (12);

comparar o índice de qualidade de ondulação com um limiar;

selecionar uma moagem para o modo de ondulação se o índice de qualidade da ondulação estiver abaixo do limiar; e

selecionar uma moagem para o modo de perfil se o índice de qualidade da ondulação estiver acima do limiar.

21. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o controlador está configurado para:

em resposta à moagem para o modo de perfil selecionado, determinar um primeiro pico em um resultado diferenciado entre o perfil do trilho e um modelo de trilho, atualizar o perfil do trilho para estimar o metal removido por um primeiro dos motores de moagem posicionados no primeiro pico, determinar um segundo pico em um resultado diferenciado entre o perfil atualizado do trilho e o modelo do trilho, e fazer com que o sistema de atuação (20) posicione o primeiro dos motores de moagem (10) no primeiro pico e um segundo dos motores de moagem (10) no segundo pico; e

em resposta à moagem para o modo de ondulação ser selecionado, fazer com que o sistema de acionamento (20) posicione os motores de moagem (10) de modo que mais dos motores de moagem estejam posicionados na superfície superior do trilho (12) do que na moagem para o modo de perfil.

22. Veículo de moagem de trilho, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o controlador está configurado para calcular o índice de qualidade da ondulação como uma razão de impacto dinâmico gerada para uma especificação predeterminada de impacto dinâmico com base na ondulação do trilho (12).

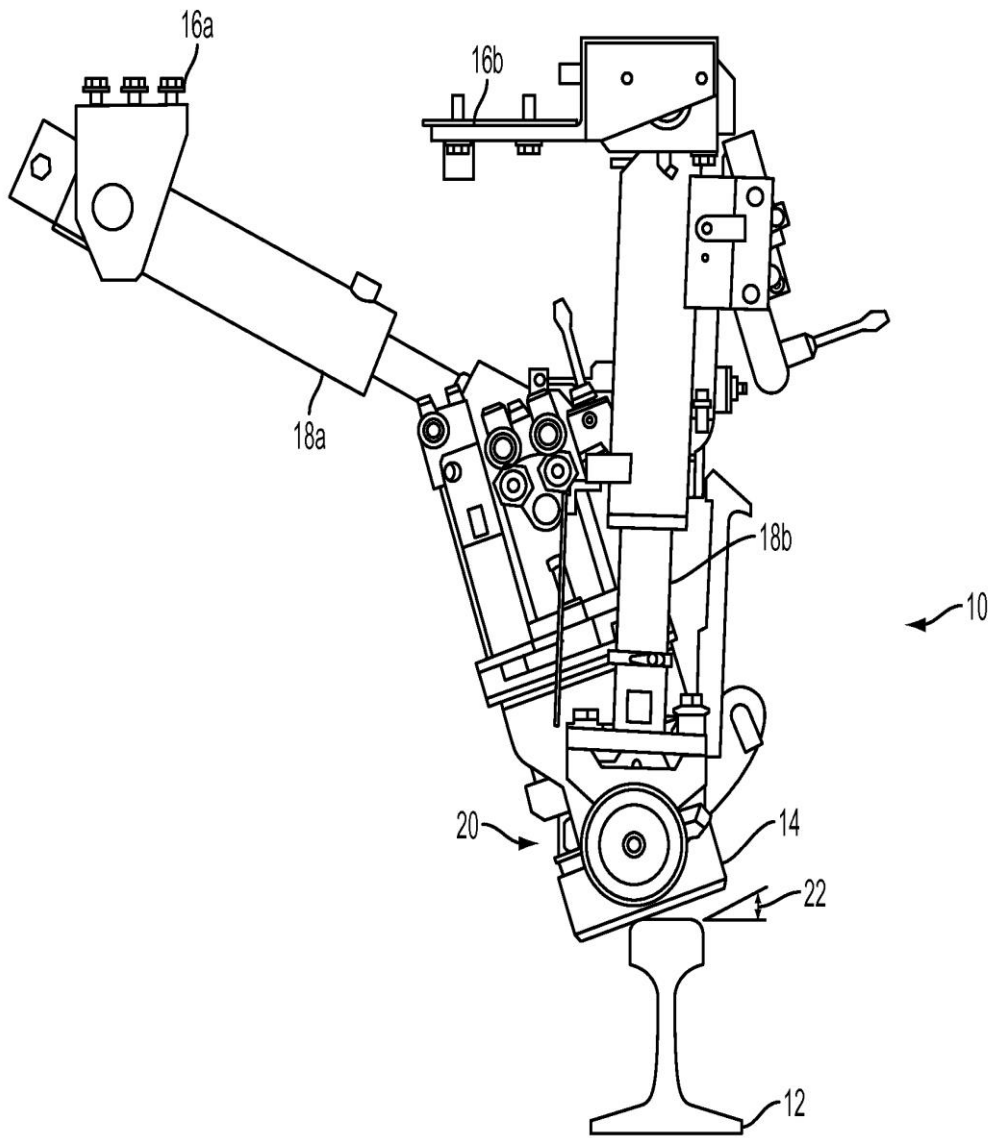


FIG. 1

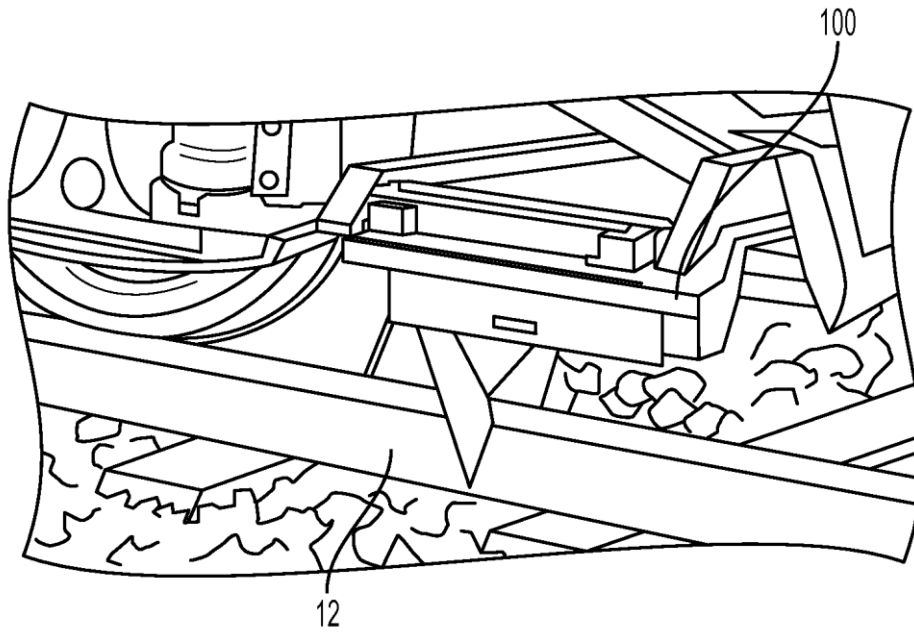


FIG. 2

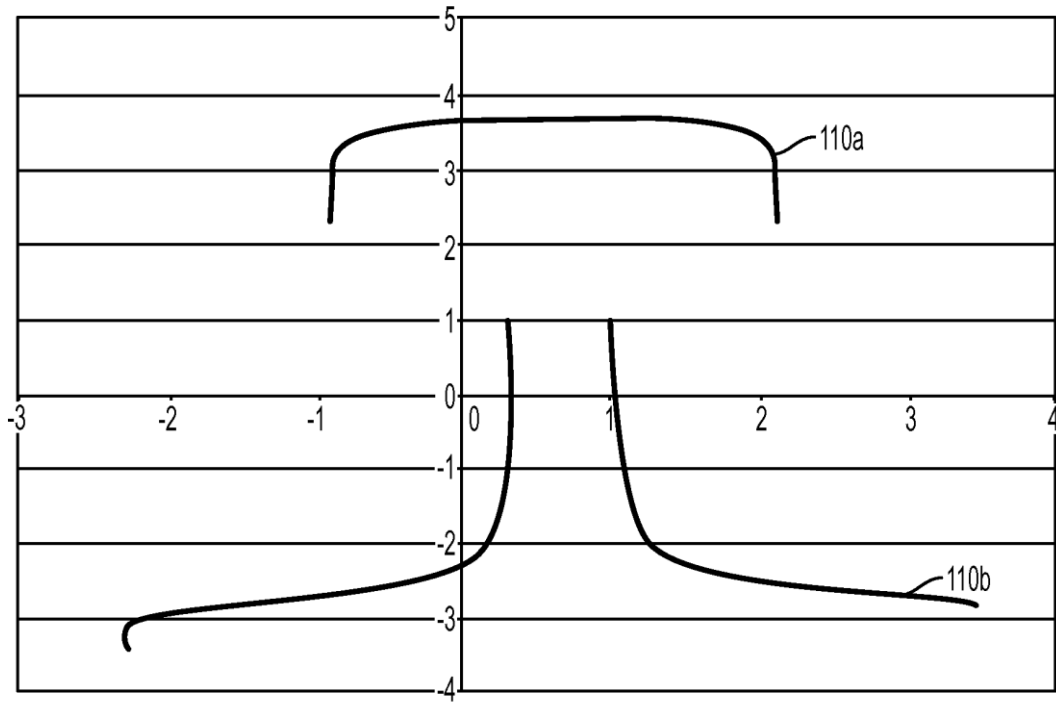


FIG. 3

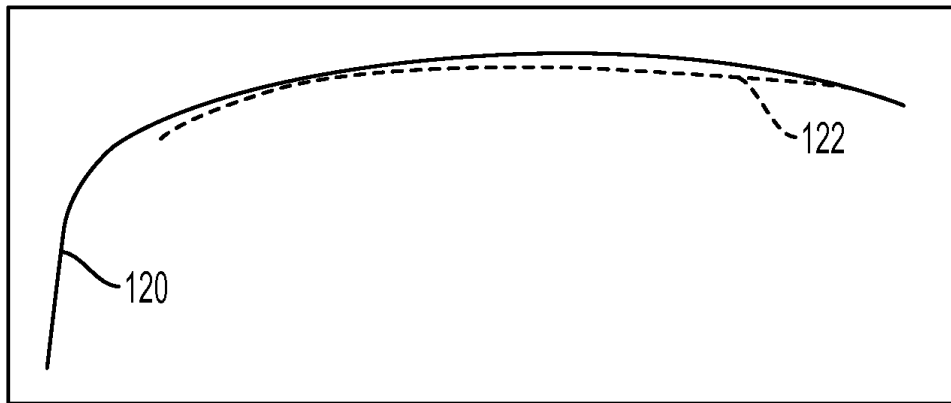


FIG. 4

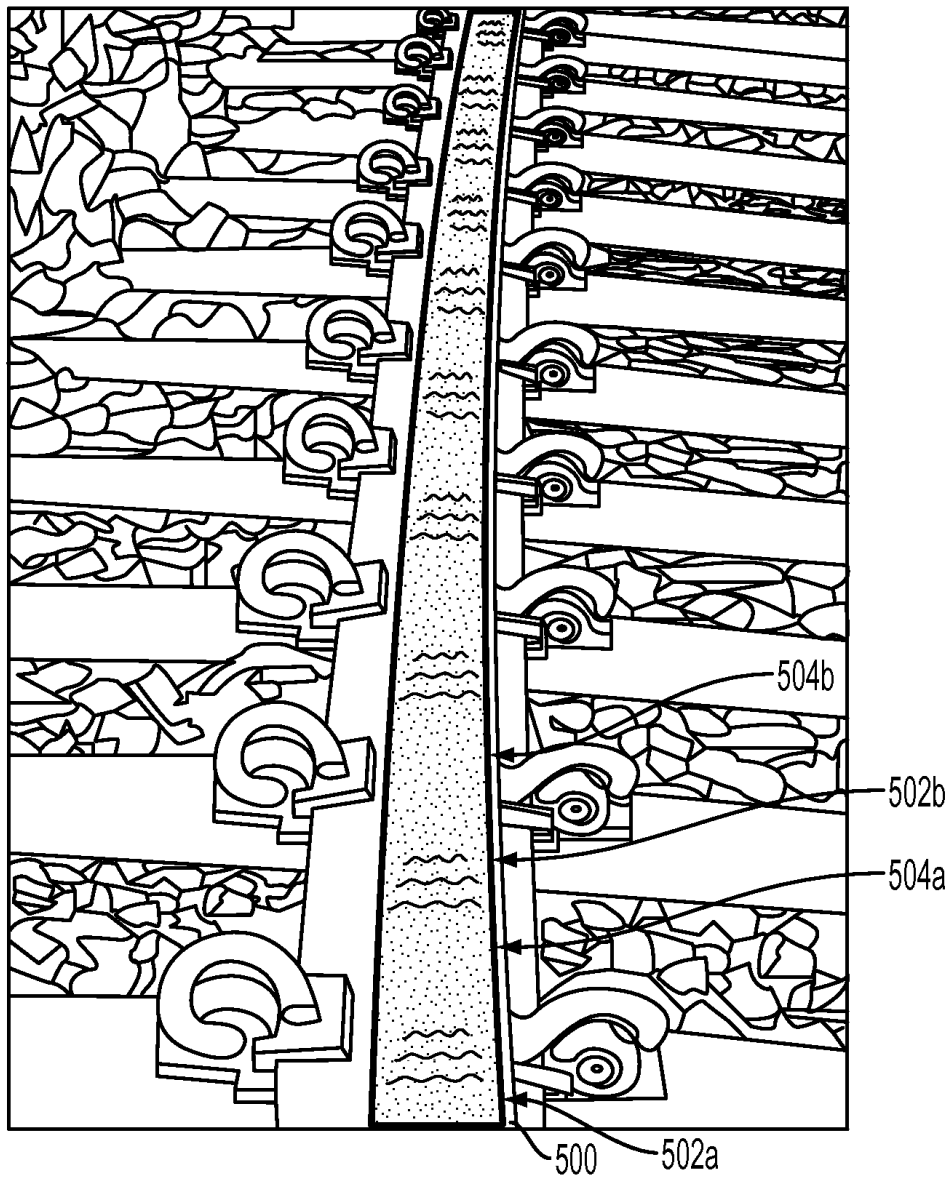


FIG. 5

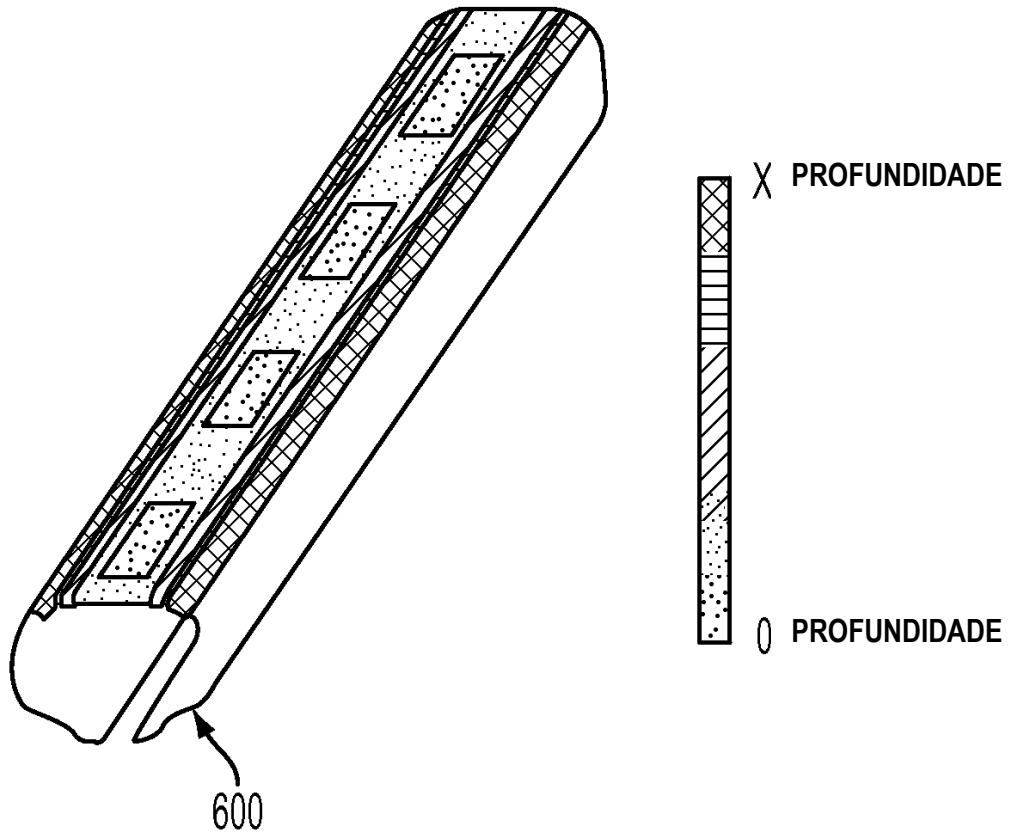


FIG. 6

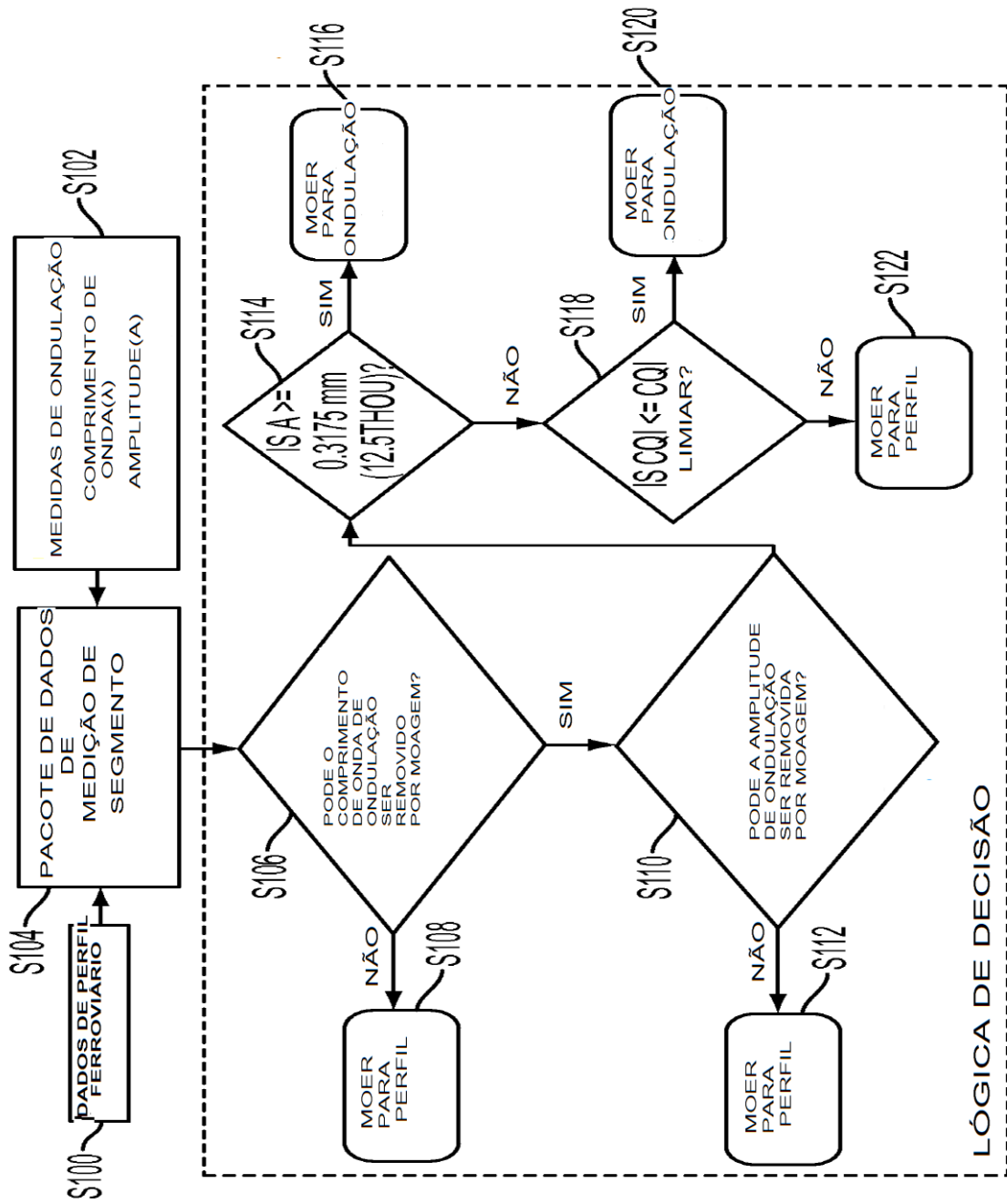


FIG. 7

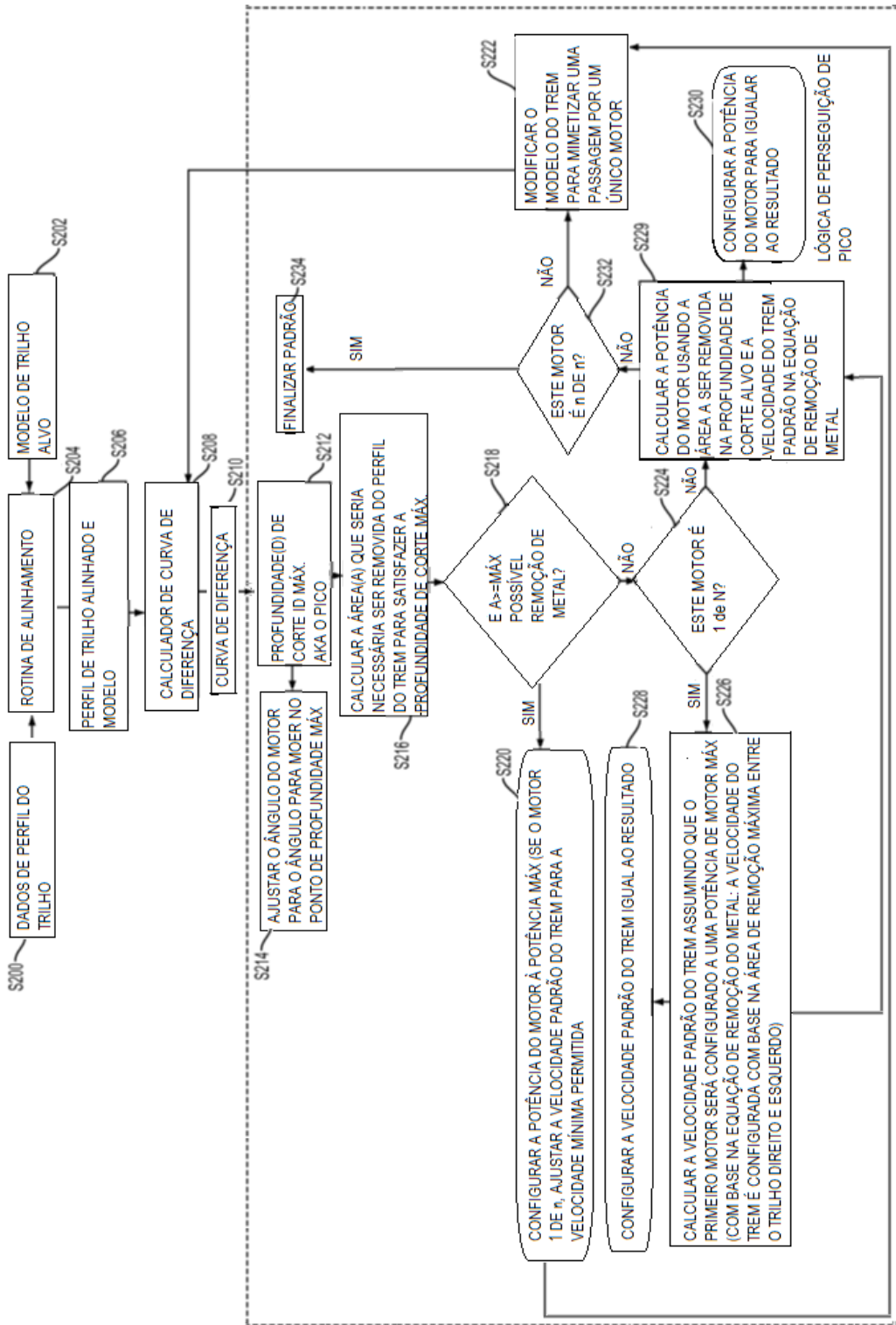


FIG. 8

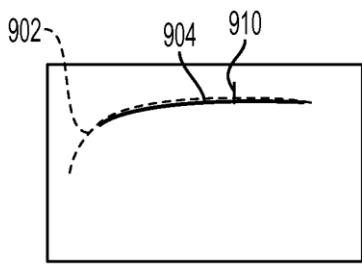


FIG. 9A

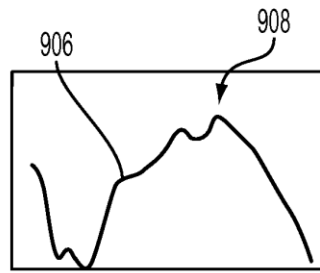


FIG. 9B

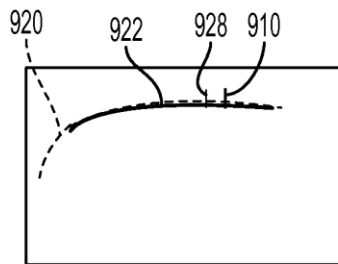


FIG. 9C

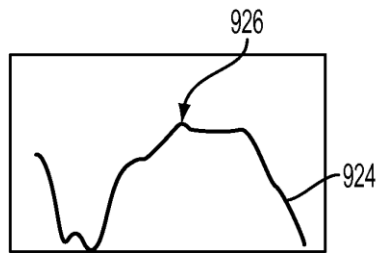


FIG. 9D

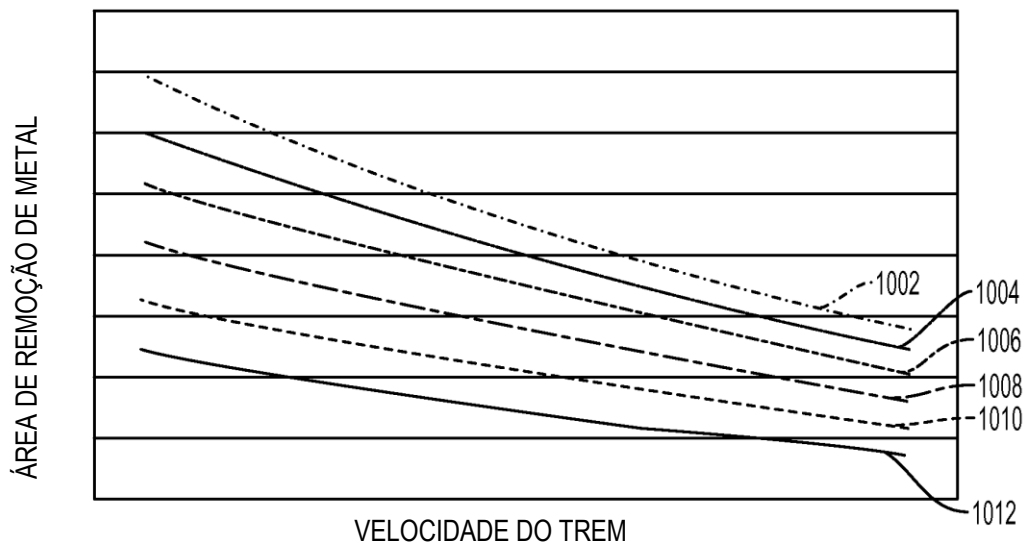


FIG. 10

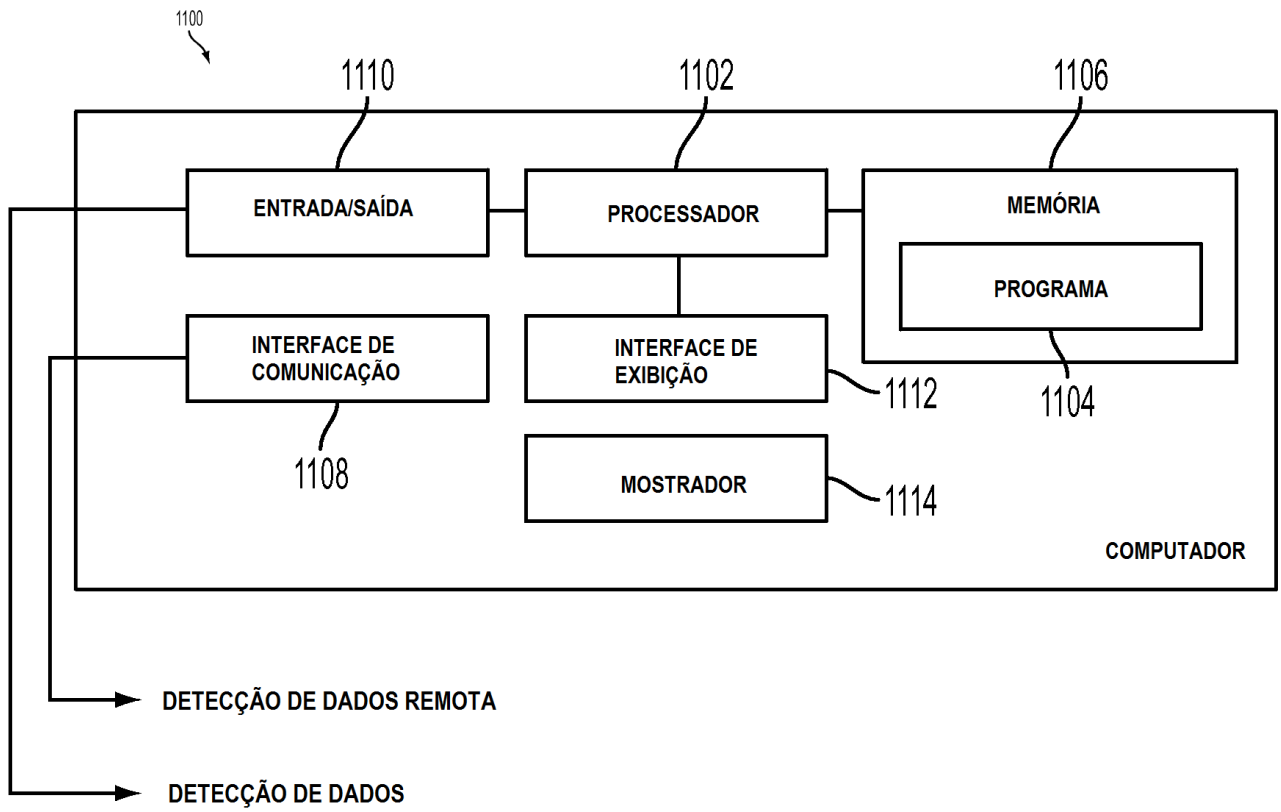


FIG. 11