



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

(11) PI 0906530-0 B1



(22) Data do Depósito: 07/04/2009

(45) Data de Concessão: 31/03/2020

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO PARA DETERMINAR A EFICIÊNCIA DA PASTILHA DE FREIO EM UM CONJUNTO DE FREIO DE UM TREM DURANTE A OPERAÇÃO DO TREM

(51) Int.Cl.: B60T 8/00; B61H 1/00; B60T 8/17; F16D 65/06.

(30) Prioridade Unionista: 14/04/2008 US 12/102,196.

(73) Titular(es): WABTEC HOLDING CORP..

(72) Inventor(es): JASON T. CONNEL; M. FRANK WILSON.

(86) Pedido PCT: PCT US2009039727 de 07/04/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/129085 de 22/10/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 05/10/2010

(57) Resumo: SISTEMA E MÉTODO PARA DETERMINAR A EFICIÊNCIA DA PASTILHA DE FREIO EM UM CONJUNTO DE FREIO DE UM TREM DURANTE A OPERAÇÃO DO TREM A presente invenção refere-se a um sistema para determinar a eficiência da pastilha de freio de um conjunto de freio de um trem durante a operação do trem incluindo pelo menos um banco de dados de frenagem (12) incluindo dados de frenagem (14) e pelo menos um banco de dados de trem (16) incluindo dados do trem (18). Um sistema de controle (20) está em comunicação com pelo menos um banco de dados de frenagem (12) e o pelo menos um banco de dados de trem (16) e o sistema de controle (20) dinamicamente determina os dados de eficiência (22) de pastilha de freio (BS) com base nos dados de frenagem (14) e nos dados de trem (18), onde os dados de eficiência (22) de pastilha de freio (BS) incluem a habilidade do conjunto de freio de retardar o trem até um nível especificado.

“SISTEMA E MÉTODO PARA DETERMINAR A EFICIÊNCIA DA PASTILHA DE FREIO
EM UM CONJUNTO DE FREIO DE UM TREM DURANTE A OPERAÇÃO DO TREM”

Antecedentes da Invenção

Campo da Invenção

[001] A presente invenção refere-se geralmente a sistemas e dispositivos de frenagem para trens se deslocando em uma linha ferroviária em uma rede ferroviária e, em particular, a um método e a um sistema para determinar a eficiência dos mecanismos de pastilha de freio usados nos conjuntos de frenagem durante a operação do trem.

Descrição da Técnica Correlacionada

[002] Como é conhecido na técnica, com o objetivo de percorrer com segurança uma linha ferroviária em uma rede ferroviária, um trem inclui um complexo sistema de frenagem para uso quando da redução de velocidade e quando da parada do trem em uma variedade de situações. Normalmente, o sistema de frenagem de tais trens é um conjunto operado pneumaticamente tendo mecanismos e componentes que interagem com cada um dos vagões ferroviários que são puxados pela(s) locomotiva(s). Um conjunto de freio conhecido BA é ilustrado numa forma esquemática na Figura 1.

[003] Com referência a Figura 1, o operador do trem TR também tem controle sobre o conjunto de freio BA através do uso de uma válvula de controle de operação CV. Pelo movimentar uma manopla associada à válvula de controle CV, o operador pode ajustar a quantidade de frenagem a ser aplicada no conjunto de freio BA (uma medição, frequentemente denominada força de frenagem e expressa em cavalos de força de frenagem (brake horsepower = HP-hr). Quanto mais alta a força de frenagem selecionada, mais rápido o conjunto de freio tentará reduzir a velocidade e parar o trem TR.

[004] Com o objetivo de adequadamente proporcionar ar comprimido ao sistema, o conjunto de freio BA também inclui um compressor C para proporcionar ar comprimido para um reservatório principal MR, o qual está em comunicação com a válvula

de controle CV. Adicionalmente, um reservatório de equalização ER também está em comunicação com a válvula de controle CV. Tanto através do reservatório principal MR ou do reservatório de equalização ER, ar comprimido é alimentado através da válvula de controle CV para uma tubulação de frenagem BP que se estende ao longo de e em associação com cada um dos vagões ferroviários. Cada vagão inclui um arranjo que permite a um reservatório auxiliar AR ser carregado com ar através de uma válvula V, assim como um cilindro de frenagem BC que está em comunicação com a válvula V. O cilindro de frenagem BC é operado para acionar e pressionar a pastilha de freio BS contra uma superfície da roda W. Adicionalmente, e devido ao contato de fricção entre a pastilha de freio BS e a roda W, um ajustador de folga SA está em comunicação de operação com o cilindro de frenagem BC para assegurar que um contato apropriado seja feito entre a pastilha de freio BS e a roda W mesmo quando a pastilha de freio BS começa a se desgastar.

[005] Em operação, a tubulação de frenagem BP é continuamente carregado para manter uma pressão específica, por exemplo, 90 psi (6,32 kgf/cm²), e cada um dos reservatórios auxiliares AR (assim como um reservatório de emergência ER) é similarmente carregado a partir da tubulação de frenagem BP. Com o objetivo de frear o trem TR, o operador aciona a válvula de controle CV e remove ar a partir da tubulação de frenagem BP, reduzindo a pressão para um nível mais baixo, por exemplo, 80 psi (5,62 kgf/cm²). Com isso a válvula V para de carregar o reservatório auxiliar AR e transfere ar a partir do reservatório auxiliar AR para o cilindro de frenagem BC. Usando um arranjo de pistão e alavanca, o cilindro de frenagem pressiona e aciona a pastilha de freio BS contra a roda W. Conforme discutido, o operador pode ajustar o nível de frenagem usando a válvula de controle CV, uma vez que a quantidade de pressão removida a partir do tubulação de frenagem BP resulta em uma pressão específica no cilindro de frenagem BC, a qual resulta em uma força de aplicação específica da pastilha de freio BS contra a roda W. Adicionalmente, a saída da força do cilindro de frenagem BC é ajustável através do uso de um ajustador de folga SA para assegurar a continuidade da força de aplicação mesmo

sob condições de desgaste da pastilha de freio BS.

[006] Embora o ajustador de folga SA seja eficiente para compensar o desgaste da pastilha de freio BS, outro fator primordial na determinação da eficiência (ou da capacidade do conjunto de freio BA para proporcionar força de frenagem suficiente para parar o trem TR) da pastilha de freio BS é seu enfraquecimento. O enfraquecimento da pastilha de freio ocorre quando do uso prolongado do conjunto de freio BA devido ao calor que é acumulado na pastilha de freio BS e reduz sua fricção, resultando em um desempenho reduzido. Este enfraquecimento da pastilha de freio ou da fricção é um fator chave na determinação da eficiência do conjunto de freio BA quanto a redução de velocidade ou na parada do trem TR numa variedade de situações. Mesmo no uso de conjuntos de frenagem pneumáticos eletronicamente controlados, nos sistemas dinâmicos de frenagem e nos similares este enfraquecimento tem o potencial de levar a incapacidade de frear o trem TR com resultados frequentemente catastróficos.

[007] Também como é conhecido na técnica, o enfraquecimento de pastilhas de freio pode ser calculado fornecendo os conjuntos de dados apropriados e tal cálculo de previsão de enfraquecimento sob certas condições é atualmente conduzido usando técnicas de modelo quantitativo. Várias tabelas foram desenvolvidas que podem ser usadas para determinar a razão de frenagem, por exemplo, a força de aplicação na roda W com base na pressão no cilindro de frenagem BC e no peso do trem TR, conforme foi desenvolvido pela Association of American Railroads. Ainda adicionalmente, foram desenvolvidas especificações para determinar a fricção da pastilha de freio BS conforme baseado na velocidade do trem TR e na força de aplicação. Usando um dinamômetro, uma curva pode ser desenvolvida para demonstrar como a temperatura afeta o desempenho da pastilha de freio BS. Finalmente, com base nesses dados pré-existentes e determinados o enfraquecimento da pastilha de freio pode ser determinado sob condições específicas e estabelecidas, e então a ferrovia usará as tabelas desenvolvidas como um fator no estabelecimento de limites de velocidade para várias seções dos trilhos ferroviários com base nas estimativas conservadoras do peso do trem TR, o grau da

ferrovia, etc.

[008] Todavia, tais limites de velocidade, assim como o enfraquecimento de pastilhas de freio estimado são desenvolvidos com base em dados e informação conhecidos e predeterminados. Adicionalmente, é necessário estabelecer limites de velocidade de uma maneira conservadora, algo que resulta em ineficiências no processo de transporte e logística ferroviária. Ainda adicionalmente, tais cálculos não podem ser usados para determinar se o trem TR também pode reduzir a velocidade até um nível de velocidade específico ou ser parado. Em particular, se o operador usa o conjunto de freio BA por um período de tempo significativo, o enfraquecimento de pastilha de freio aumenta e daí por diante, depois da aplicação ter sido paralisada, o enfraquecimento da pastilha de freio é reduzida (eventualmente até o ambiente) – algo que é frequentemente referido a como o “tempo de recuperação” da pastilha de freio BS. Ainda adicionalmente, estes enfraquecimentos de pastilha de freio e determinações de aplicação de força não levam em consideração as condições ambientais, por exemplo, calor, neve, chuva, etc.

[009] Adicionalmente, e em geral, existem sistemas e métodos de controle de trens diferentes para o uso quando dos cálculos dos dados e/ou controle dos trens. Por exemplo, ver as patentes norte-americanas Nos. 5.744.707 para Kull; 5.785.392 para Hart; 5.862.048 para Knight; 5.892.437 para Scheibe et al.; 6.263.266 para Hawthorne; 6.622.068 para Hawthorne; 6.648.422 para Root et al.; 6.739.675 para Scharpf et al.; 6.847.869 para Dewberry et al.; 7.034.480 para Kumar et al.; 7.073.753 para Root et al.; 7.117.137 para Belcea; e 4.692.867 para Poole. Ver também o pedido de patente norte-americana publicado sob o No. US 2003/0200020 para Ring e a um artigo intitulado “Brake-by-Wire Comes to Freight Trains” (Freio com Fios Chega para os Trens de Carga) de Robb Mandelbaum, publicado no IEEE Spectrum na página 18 da edição de fevereiro de 2008.

[010] Portanto, existem tais modelos de previsão na técnica anterior, mas esses modelos e sistema exibem várias desvantagens e deficiências ambos no seu

desenvolvimento e na sua implantação. Tais sistemas da técnica anterior acarretam em deficiências logísticas assim como outras deficiências no sistema de ferrovias e em certos casos são incorretos com base em alguns dados mutantes, algo que resulta em descarrilamentos e outros resultados catastróficos. Ainda adicionalmente, muitos desses sistemas e métodos da técnica anterior são passíveis de um aumento de benefício funcional com o objetivo de proporcionar um modelo dinâmico nas condições operacionais e nas condições de manutenção de segurança por toda a rede ferroviária. Adicionalmente, como um indivíduo esperaria, a operação segura de um trem é uma necessidade para proteger o operador, a tripulação, os motoristas, os pedestres, etc.

Sumário da Invenção

[011] Portanto um objetivo da presente invenção é proporcionar um método e um sistema para determinar a eficiência de pastilha de freio que supere as desvantagens e as deficiências da técnica anterior no campo de desenho de conjuntos de frenagem.

[012] É outro objetivo da presente invenção proporcionar um método e um sistema para determinar a eficiência de pastilha de freio que leve em consideração os dados dinâmicos e mutantes quando da determinação de vários parâmetros indicativos da eficiência de pastilha de freio.

[013] Ainda outro objetivo da presente invenção é proporcionar um método e um sistema para determinar a eficiência de pastilha de freio que proporcione a determinação do enfraquecimento de pastilha de freio num conjunto de freio de um trem.

[014] É, adicionalmente, outro objetivo da presente invenção proporcionar um método e um sistema para determinar a eficiência de pastilha de freio que proporcione a determinação do enfraquecimento da pastilha de freio enquanto o trem estiver em operação.

[015] É outro objetivo da presente invenção, proporcionar um método e um sistema para determinar a eficiência da pastilha de freio que proporcione a um operador, o conjunto de freio com dados e/ou alarmes apropriados para tomar decisões

de controle.

[016] É ainda, adicionalmente, outro objetivo da presente invenção proporcionar um método e um sistema para determinar a eficiência da pastilha de freio que implante decisões de controle automáticas do trem com base na determinação e com o objetivo de prevenir contra certas situações.

[017] Em conformidade, é proporcionado um sistema para determinar a eficiência de pastilhas de freio em um conjunto de freio de um trem durante a operação do trem. O conjunto de freio inclui pelo menos um mecanismo de pastilha de freio para direta ou indiretamente contatar pelo menos uma roda do trem e retardar a rotação de pelo menos uma roda. O sistema inclui: pelo menos um bando de dados de frenagem compreendendo dados de frenagem incluindo pelo menos um dos seguintes: dados de conjunto de freio, dados de força de pastilha de freio, dados de fricção de pastilha de freio, dados de tempo de aplicação de frenagem, dados de nível de aplicação de frenagem, dados de força de retardamento de frenagem, dados de tipo de pastilha de freio, dados de características térmicas de frenagem, dados de razão de frenagem ou qualquer combinação dos mesmos; e pelo menos uma base de dados de trem incluindo dados do trem compreendendo pelo menos um dos seguintes: dados de roda, dados de ferrovia, dados de posição do trem, dados de posição de automóveis, dados de velocidade do trem, dados de linhas ferroviárias, dados de localização de linha ferroviária, dados de curvatura de linha ferroviária, dados de perfil de linha ferroviária, dados de grau de linhas ferroviárias, dados de peso do trem, dados de peso dos vagões, dados do comprimento do trem, dados do comprimento dos vagões, dados ambientais, dados de autoridades ou qualquer combinação dos mesmos. Um sistema de controle em comunicação com a pelo menos uma base de dados de frenagem e com a pelo menos uma base de dados determina dinamicamente os dados de eficiência de pastilha de freio com base nos dados de frenagem e dos dados do trem. Os dados de eficiência da pastilha de freio indicam a capacidade do conjunto de freio para retardar o trem até um nível específico.

[018] Adicionalmente, é proporcionado um sistema para determinar a

eficiência de pastilha de freio de um conjunto de freio de um trem durante a operação do trem, no qual o conjunto de freio inclui pelo menos um mecanismo de pastilha de freio para direta ou indiretamente contatar pelo menos uma roda do trem e retardar a rotação de pelo menos aquela roda. O sistema inclui pelo menos um sensor para medir ou para determinar os dados de conjunto de freio incluindo pelo menos um dos seguintes: força da pastilha de freio, pressão do cilindro de frenagem, dados sobre o ajustador de folga, temperatura da pastilha de freio, temperatura da roda ou qualquer combinação dos mesmos. Adicionalmente, o sistema inclui pelo menos uma base de dados de frenagem compreendendo dados de frenagem incluindo pelo menos um dos seguintes: dados de conjuntos de frenagem, dados de força da pastilha de freio, dados de fricção da pastilha de freio, dados de tempo de aplicação de frenagem, dados do nível de aplicação de frenagem, dados da força de retardamento de frenagem, dados do tipo de pastilha de freio, dados das características térmicas de frenagem, dados de razão de frenagem ou qualquer combinação das mesmas; e pelo menos uma base de dados de trem incluindo dados do trem incluindo pelo menos um dos seguintes: dados de roda, dados de ferrovia, dados de posição do trem, dados de posição de automóveis, dados de velocidade do trem, dados de linhas ferroviárias, dados de localização de linha ferroviária, dados de curvatura de linha ferroviária, dados de perfil de linha ferroviária, dados de grau de linhas ferroviárias, dados de peso do trem, dados de peso dos vagões, dados do comprimento do trem, dados do comprimento dos vagões, dados ambientais, dados de autoridades ou qualquer combinação dos mesmos.

[019] Um sistema de controle está em comunicação com pelo menos um sensor, pelo menos uma base de dados de frenagem e pelo menos uma base de dados de trem e, dinamicamente, determinam os dados de eficiência da pastilha de freio com base nos dados de conjunto de freio, nos dados de frenagem e nos dados de trem, onde os dados de eficiência de pastilha de freio incluem a capacidade do conjunto de freio retardar o trem até um nível especificado.

[020] Adicionalmente, é proporcionado um método implantado por

computador para determinar a eficiência de pastilha de freio de um conjunto de freio de um trem durante a operação do trem. O método inclui: determinar os dados de frenagem incluindo pelo menos um dos seguintes: dados de conjunto de freio, dados de força de pastilha de freio, dados de fricção de pastilha de freio, dados de tempo de aplicação de frenagem, dados de nível de aplicação de frenagem, dados de força de retardamento de frenagem, dados de tipo de pastilha de freio, dados de características térmicas de frenagem, dados de razão de frenagem ou qualquer combinação dos mesmos; determinação dos dados de trem, incluindo pelo menos um dos seguintes: dados de roda, dados de ferrovia, dados de posição do trem, dados de posição de automóveis, dados de velocidade do trem, dados de linhas ferroviárias, dados de localização de linha ferroviária, dados de curvatura de linha ferroviária, dados de perfil de linha ferroviária, dados de grau de linhas ferroviárias, dados de peso do trem, dados de peso dos vagões, dados do comprimento do trem, dados do comprimento dos vagões, dados ambientais, dados de autoridades ou qualquer combinação dos mesmos; dinamicamente determinam os dados de eficiência de pastilha de freio com base nos dados de frenagem e dos dados do trem, os dados de eficiência da pastilha de freio incluindo a capacidade do conjunto de freio para retardar o trem até um nível específico.

[021] Estas e outras características da presente invenção, assim como os métodos de operação e funções dos elementos correlacionados de estruturas e a combinação de partes e economias de fabricação se tornarão mais aparentes quando da consideração da seguinte descrição e das reivindicações apensadas com referência aos desenhos acompanhantes, todos os quais formam parte desta especificação, na qual as referências numerais similares designam partes correspondentes nas várias figuras. Todavia, deve ser expressamente subentendido que os desenhos são para o propósito de ilustração e de descrição apenas e não são intencionados como uma definição dos limites da invenção. Conforme usado na especificação e nas reivindicações, a forma singular de “um”, “uma”, e “o”, “a” inclui os referentes plurais a não ser que o contexto claramente indica de outra forma.

Breve Descrição dos Desenhos

[022] A Figura 1 é uma vista esquemática de um conjunto de freio para um trem de acordo com a técnica anterior;

[023] a Figura 2 é uma vista esquemática de uma realização de um sistema para determinar a eficiência de uma pastilha de freio de acordo com os princípios da presente invenção; e

[024] a Figura 3 é uma vista esquemática de outra realização de um sistema para determinar a eficiência de pastilha de freio de acordo com os princípios da presente invenção.

Descrição Detalhada da Invenção

[025] Deve ser subentendido que a invenção pode assumir várias variações alternativas e sequências de etapas exceto quando e onde expressamente especificado ao contrário. Também deve ser subentendido que os dispositivos e os processos específicos ilustrados nos desenhos acompanhantes e descritos na seguinte especificação são simplesmente realizações exemplares da invenção.

[026] De acordo com a presente invenção, é proporcionado um sistema 10 e um método para determinar a eficiência da pastilha de freio BS em um conjunto de freio BA de um trem TR. Em particular, o sistema 10 e o método fazem esta determinação enquanto o trem TR estiver sendo operado, por exemplo, percorrendo uma linha ferroviária dentro de uma rede de linhas ferroviárias. Em conformidade, o sistema 10 e o método proporcionam dados e informações específicos no que diz respeito à eficiência de pastilha de freio para o trem TR ou para o operador do trem TR de uma maneira dinâmica como base em entradas de dados dinâmicos ou mutantes. As representações esquemáticas das várias realizações do sistema 10 são ilustradas nas Figs. 2 e 3.

[027] Deveria ser observado que enquanto o sistema 10 da presente invenção é especificamente discutido aqui em conexão com um arranjo pneumaticamente operado (freios a ar), o mesmo é igualmente aplicável e útil em conexão com uma variedade de conjuntos de frenagem BA e aplicações envolvendo veículos com sistemas

de frenagem complexos. Conforme acima discutido, e conforme discutido daqui por diante, o nosso objetivo primordial é proporcionar um sistema 10 e um método para determinar a eficiência de pastilhas de freio em conexão com um trem TR ou um vagão ferroviário, o sistema 10 e o método também podem ser usados em conexão com veículos de auto-estradas, tais como carros, caminhões, ônibus, e etc. Por exemplo, vários desses veículos incluem conjuntos de frenagem BA similares que usam mecanismos de pastilhas de freio BS em contato diretos ou indiretos com uma roda W, para o uso em reduzir a velocidade ou para o veículo. Independente da aplicação, esses mecanismos de pastilha de freio BS são sujeitos a desgaste assim como enfraquecimento da pastilha de freio algo que acarreta num desempenho reduzido e/ou força de aplicação e fricção ineficiente. Portanto, enquanto predominantemente discutido em conexão com veículos ferroviários, todas as aplicações similares são previstas e podem ser usadas em conexão com o sistema 10 e com o método da presente invenção.

[028] Similarmente, o sistema 10 e o método da presente invenção podem ser usados em uma variedade de tipos de conjuntos de frenagem BA e sistemas de frenagens usados na indústria ferroviária. Em particular o sistema 10 presentemente inventado é igualmente útil em conexão com o sistema de frenagem BA de um vagão ferroviário, assim como com o sistema de frenagem BA da locomotiva ou da máquina. Adicionalmente, o sistema 10 e o método podem ser usados em conexão com freios pneumáticos eletronicamente controlados, sistemas de frenagem dinâmicos, sistemas de frenagem mesclados ou em combinação, sistemas de frenagem de emergência, etc. Conforme acima discutido, independente do controle e da operação no interior do sistema de frenagem (tanto se for manual, automático ou semi-automático), vários tais conjuntos de frenagem BA e sistemas sofrem a partir da questão de enfraquecimento de pastilhas e daí, portanto a eficiência da pastilha de freio é uma variável mutante dependente da variedade de condições e de fatores dinâmicos e mutantes. O sistema presentemente inventado 10 e o método consideram estas condições e estes fatores dinâmicos e mutantes com o objetivo de determinar dinamicamente a eficiência de pastilha de freio no

campo e durante operação do trem TR (ou de outro veículo).

[029] Conforme ilustrado na Figura 2, e em uma realização preferida e não limitante da presente invenção, o sistema 10 inclui pelo menos uma base de dados de frenagem 12 incluindo dados de frenagem 14. Esses dados de frenagem 14 incluem dados de conjunto de freio, dados de conjunto de freio, dados de força de pastilha de freio, dados de fricção de pastilha de freio, dados de tempo de aplicação de frenagem, dados de nível de aplicação de frenagem, dados de força de retardamento de frenagem, dados de tipo de pastilha de freio, dados de características térmicas de frenagem e/ou dados de razão de frenagem. O sistema 10 adicionalmente inclui pelo menos uma base de dados de trem 16 incluindo dados do trem 18. Esses dados de trem 18 incluem dados de roda, dados de ferrovia, dados de posição do trem, dados de posição de automóveis, dados de velocidade do trem, dados de linhas ferroviárias, dados de localização de linha ferroviária, dados de curvatura de linha ferroviária, dados de perfil de linha ferroviária, dados de grau de linhas ferroviárias, dados de peso do trem, dados de peso dos vagões, dados do comprimento do trem, dados do comprimento dos vagões, dados ambientais, dados de autoridades, etc. Enquanto discutido em conexão com duas bases de dados diferentes 12, 16 são previstos que essas bases de dados 12, 16 podem ser incorporados em uma única base de dados acessível através de uma variedade de maneiras já conhecidas. Adicionalmente, essas bases de dados 12, 16 podem ser arranjadas e operadas de uma maneira conhecida na técnica de tal maneira que pontos de dados apropriados podem ser inseridos, processados e externados para o uso nos processos e nos métodos acima descritos.

[030] Um sistema de controle 20 está em comunicação com a base de dados de frenagem 12 e com a base de dados de trem 16, e esse sistema de controle 20 é operável para determinar dinamicamente a eficiência da pastilha de freio 22 com base nos dados de frenagem 14 e na base de dados de frenagem 12 nos dados de trem 18 na base de dados de trem 16. Conforme discutido, esses dados de eficiência de pastilha de freio 22 incluem pelo menos informação suficiente com o objetivo de determinar a

capacidade do conjunto de freio BA para retardar o trem TR até um nível especificado, tanto em um nível de velocidade ou uma parada completa.

[031] Usando os dados de frenagem 14 e dados de trem 18 acima mencionados, e em uma realização, os dados da eficiência da pastilha de trem 22 é o enfraquecimento da pastilha de freio, por exemplo, a perda ou a capacidade reduzida de retardar o trem TR devido a uma variedade de condições, tais como o acúmulo de calor devido ao uso, condições ambientais, desgaste, características do trem, etc. Em conformidade, o sistema de controle 20 faz a determinação dos dados de eficiência da pastilha de freio 22 de uma maneira dinâmica à medida que o trem TR se desloca na linha ferroviária (com base nos vários dados sendo alimentados para a base de dados e que são inseridos na base de dados de frenagem 12 e/ou na base de dados de trem 16). Uma vez que o enfraquecimento de pastilha de freio (ou outros dados de eficiência de pastilha de freio 22) é determinado, isto pode ser devidamente utilizado para tomar decisões ou como operar o trem TR com o objetivo de considerar a capacidade reduzida de eficientemente reduzir a velocidade ou para o trem TR. Adicionalmente, os dados de frenagem 14 e/ou os dados de trem 18 podem ser usados quando da determinação de um tempo de recuperação suficiente para o conjunto de freio BA, para a pastilha de freio BS, etc. Outra vez, com base nos vários pontos de dados de entrada e dinâmicos inseridos ou salvos na base de dados de frenagem 12 e/ou na base de dados de trem 16, o sistema 10, e em particular o sistema de controle 20, pode calcular ou estimar um tempo de recuperação parcial ou total do conjunto de freio BA e/ou da pastilha de freio BS para auxiliar o operador quando tomar decisões de controle no que diz respeito à capacidade do trem TR em reduzir a velocidade ou parar.

[032] Uma vez que os dados selecionados ou desejados dos dados de eficiência de pastilha de freio 22 são determinados, uma variedade de parâmetros de controle e de operação do trem TR pode ser determinada ou podem ser estabelecidos com base, pelo menos em parte, nesses dados determinados 22. Por exemplo, o parâmetro operacional pode ser: um limite de velocidade, por exemplo, se o trem TR pode atingir ou

pode obter um limite de velocidade especificado por um ponto especificado na ferrovia; um limite máximo de velocidade, por exemplo, o quão rápido o trem TR pode ser seguramente operado; uma curva de frenagem, por exemplo, a distância requerida para o trem TR parar por completo; uma distância de parada; o uso sugerido do conjunto de freio BA, por exemplo, se os freios dinâmicos, freios mesclados, freios de emergência, etc. deveriam ser usados; o uso do conjunto de freio BA para retardar o trem TR até um nível de velocidade especificado; o uso de um conjunto de freio BA para retardar completamente o trem TR até uma parada total, etc. Em conformidade, e com base nesses dados de eficiência de pastilha de freio 22 determinados, o sistema de controle 20 pode ser utilizado para calcular e/ou determinar eficientemente uma variedade de parâmetros de operação diferentes que podem ser usados na operação segura do trem TR, e os quais podem ser implantados manualmente pelo operador, semi automaticamente ou de num modo totalmente automático através do sistema de controle 20 (ou, conforme discutido daqui por diante, um controlador separado).

[033] Por exemplo, em uma realização preferida e não limitante o parâmetro operacional é um limite de velocidade máxima baixo daquele que o trem TR deve operar com base nos dados de eficiência de pastilha de freio 22. Nesta realização, o sistema de controle 20 é programado ou é adaptado para automaticamente forçar o trem TR no limite máximo de velocidade. Tal controle é conseguido através de uma interface de freio 24, a qual permite a comunicação e o controle do conjunto de freio BA pelo sistema de controle 20. Em conformidade, o sistema de controle 20 poderia ser usado para assegurar que o trem TR não exceda um limite específico de velocidade, independente das instruções manuais a partir do operador e se é determinado (com base nos dados de eficiência de pastilha de freio 22) que o trem TR não pode seguramente freado neste limite de velocidade específico.

[034] Em outra realização o parâmetro operacional é a velocidade do trem, e o sistema de controle é programado ou adaptado para automaticamente forçar o trem TR num limite de velocidade reduzido e especificado ou num nível de velocidade. Em

conformidade, em oposição a determinação dinâmica de um limite máximo de velocidade permitido, o sistema de controle 20 poderia dinamicamente calcular os dados de eficiência de pastilha de freio 22 para prever mais precisamente as distâncias de redução de velocidade e de parada do trem TR. Nesta realização e com base nos dados de eficiência de pastilha de freio 22, o sistema 10 poderia ser usado em conexão com limites de velocidade não mudados (em oposição a limites de velocidade dinamicamente calculados) e limites de autoridade não mudados, onde paradas são requeridas. Por exemplo, se o trem TR estiver operando em um nível descendente com um limite de velocidade de 40 mph, e estiver se aproximando de um limite de velocidade de 20 mph, o trem TR pode automaticamente aplicar o conjunto de freio BAA sobre o grau descendente para manter a sua velocidade abaixo de 40 mph. O sistema de controle 20 poderia então modelar a redução de frenagem ou retardar a força devido ao enfraquecimento de pastilha de freio, e usar este modelo (ou os determinados dados de eficiência de pastilha de freio 22) para forçar previsivelmente a aproximação do limite de velocidade de 20 mph.

[035] Nesta realização, e com a determinação que o enfraquecimento de pastilha de freio é mínimo, ou até mesmo não existente, o sistema 10 poderia avisar e possivelmente forçar a redução da velocidade do trem TR para 20 mph em uma localização da redução de limite de velocidade com base na distância de parada prevista para o trem TR. Alternativamente, se um tal enfraquecimento de pastilha de freio é determinado e estar presente (com base nos dados de eficiência de pastilha de freio 22), o sistema 10 poderia avisar e forçar mais cedo, uma vez que os freios precisariam ser aplicados mais cedo para reduzir a velocidade do trem para 20 mph na localização de redução de limite de velocidade.

[036] Conforme acima discutido, e em outra realização preferida e não limitante, o parâmetro operacional é uma distância de parada onde o sistema de controle 20 é programado ou adaptado para determinar a distância de parada com base, pelo menos em parte, nos dados de eficiência de pastilha de freio 22. Nesta realização, o sistema de controle 20 está em comunicação com o conjunto de freio BA via a unidade de

interface de freio 24. Desta maneira, o sistema de controle 20 é capaz de automaticamente frear o trem TR com base na distância de parada determinada e numa distância de parada requerida. Outra vez, a curva de frenagem, a distância de parada determinada ou a distância de parada requerida podem todas ser calculadas usando modelos e algoritmos conhecidos, mas, no contexto da presente invenção, pode levar em consideração os dados de eficiência de pastilha de freio 22, algo que é baseado em dados dinâmicos e mutantes.

[037] Conforme é ilustrado na Figura 3, e em outra realização preferida e não limitante, o sistema de controle 20 também pode estar em comunicação com o sistema de posicionamento 26, o qual é usado para determinar os dados de posição do trem. O sistema de controle 20 é programado ou adaptado para automaticamente frear o trem TR com base, pelo menos em parte, na distância de parada determinada e nos dados de posição obtidos a partir do sistema de posicionamento 26. Adicionalmente, este sistema de posicionamento 26 é qualquer sistema conhecido que permita a estimativa da posição real, por exemplo, um Sistema de Posicionamento Global = GPS, etc.

[038] Em outra realização, o parâmetro operacional é sugerido o uso do conjunto de freio BA. Este uso de conjunto de freio BA sugerido ou preferido pode ser proporcionado ao operador para a implantação manual sugerida. Por exemplo, o uso do conjunto de freio BA sugerido pode incluir o uso de um conjunto de freio BA automático, um conjunto de freio BA dinâmico, uma combinação ou uma mescla de conjuntos de frenagem BA, um conjunto de freio de emergência BA, um conjunto de freio BA a ar, um conjunto de freio BA pneumático, um conjunto de freio BA mecânico ou qualquer combinação desses conjuntos de frenagem BA. Adicionalmente, o sistema 10 pode implantar automaticamente o uso do sistema de conjunto de freio BA sugerido na ausência de algum conhecimento ou de outra interação por parte do operador. Esse uso do sistema de conjunto de freio BA sugerido seria implantado com um uso muito mais eficiente do conjunto de freio BA quando da consideração dos dados de eficiência de pastilha de freio 22.

[039] Também conforme ilustrado na Figura 3, o sistema 10 pode,

adicionalmente, incluir um dispositivo de exibição visual 28, o qual é usado para apresentar dados e informação ao operador do trem TR. Por exemplo, em uma realização, uma mensagem é exibida para o operador no dispositivo de exibição visual 28 e o conteúdo desta mensagem inclui os dados de eficiência de pastilha de freio 22, dados de frenagem 14 e/ou dados de trem 18. Como um exemplo adicional, o conteúdo da mensagem pode incluir um alerta ao operador no que diz respeito aos dados de eficiência de pastilha de freio 22 em posições de trem especificadas sobre a ferrovia. O operador pode então usar esses dados de eficiência de pastilha de freio 22 para controlar ou operar o trem de uma maneira segura, tal como por meio da operação em um limite de velocidade específico, reduzindo a velocidade do trem, parando o trem, usando o uso sugerido do conjunto de freio BA, etc.

[040] Adicionalmente, nesta realização, um dispositivo de alarme 30 é utilizado. O dispositivo de alarme 30 serve para proporcionar algum alarme ou outra indicação para o operador do trem TR com base nos dados de eficiência de pastilha de freio 22, dados de frenagem 14 e/ou dados de trem 18. Por exemplo, o alarme pode ser um alarme em áudio, um alarme visual, um alarme tátil, etc. Com base na natureza e conteúdo do alarme, o operador pode controlar manualmente o trem TR até atingir uma situação segura, ou alternativamente, o sistema 10 pode automaticamente implantar ou forçar tal controle através do sistema de controle 20.

[041] Adicionalmente, nesta realização preferida e não limitante, o sistema de controle 20 é integrado com ou de outra maneira faz parte de um controlador de bordo 32 localizado sobre uma máquina do trem TR. Tais controladores de bordo 32 são conhecidos na indústria e podem fazer parte de um sistema de controle de trem positivo (Positive Train Control System = PTC), tal como o Electronic Train management System = ETMS da Wabtec Railway Electronics. Tais sistemas frequentemente dependem de vários base s de dados e de análises de bordo para proporcionar o engenheiro com informação precisa para o controle de trens, assim como confirmar a operação segura do trem. Em conformidade, o sistema de controle 20 do sistema 10 da presente invenção

pode ser integrado com tal controlador de bordo 32 já conhecido.

[042] Com o objetivo de obter informação e dados apropriados a partir de localizações remotas, o sistema 10 também pode incluir um receptor 34, o qual está em comunicação com o controlador de bordo 32. Este receptor 34 recebe os dados, tais como os dados de frenagem 14 e/ou os dados de trem 18, daí, portanto assegurando que a maioria dos dados exatos e precisos se encontra disponíveis para o sistema de controle 20 para determinar os dados de eficiência de pastilha de freio 22. Este receptor 34 pode ser um transceptor, um receptor capaz de receber e/ou transmitir sinais sem fio e/ou um receptor capaz de receber sinais diretos (por exemplo, a partir dos trilhos da ferrovia). Este receptor 34 pode obter informação e dados a partir de uma variedade de fontes, por exemplo, um sistema central de despacho 36, uma unidade de passagem lateral, um sistema de detecção de passagem lateral, uma base de dados fora de bordo, etc.

[043] É adicionalmente visualizado que o sistema de controle 20 seja remotamente localizado no sistema central de despacho 36. Este sistema central de despacho 36 estaria em comunicação com o controlador de bordo 32 (o qual pode ou não incluir um sistema de controle 20 em duplicata) via o receptor 34. Em tal situação, os dados de frenagem dinâmica 14 e/ou os dados de trem 18 podem ser eficientemente comunicados ao controlado de bordo 32 para o uso quando da determinação local dos dados de eficiência de pastilha de freio 22, ou alternativamente, os dados de eficiência de pastilha de freio 22 podem ser determinados no sistema de controle 20 no sistema central de despacho 36 e, subsequentemente comunicados ou transferidos para o controlador de bordo 32 via o receptor 34. Qualquer número de caminhos de comunicação e processos de transferência de dados é visualizado dentro do contexto da invenção de tal maneira que os dados apropriados e dinâmicos são precisamente proporcionados ao trem TR de uma maneira temporal de tal maneira que as decisões de controle de trem apropriadas podem ser feitas manualmente ou automaticamente.

[044] Com o objetivo de operar e controlar o trem TR eficientemente, os dados de eficiência de pastilha de freio 22 são determinados numa base dinâmica

usando uma variedade de entradas. Por exemplo, em uma realização preferida e não limitante, os dados de eficiência de pastilha de freio 22 é determinado por: (a) determinar os dados de força de retardamento com base nos dados da força da pastilha de freio (ou aplicação) e nos dados de fricção de pastilha de freio; (b) determinar os dados de tempo de aplicação de freio e dados de nível de aplicação de freio; (c) determinar os dados especificados de trem; e (d) determinar as características térmicas da pastilha de freio com base, pelo menos em parte, nos dados de tipo de pastilha de freio, dados de tempo de aplicação de freio e dados de nível de aplicação de freio.

[045] Portanto, nesta realização, a determinação dos dados de eficiência de pastilha de freio 22 inclui o modelo dos vários sistemas de dados (tanto se predeterminado ou obtidos dinamicamente), para daí, portanto determinar os dados de enfraquecimento de pastilha de freio projetados. Uma vez que os dados de enfraquecimento de pastilha de freio sejam obtidos e/ou determinados, o mesmo poderia ser usado para calcular ou determinar vários parâmetros operacionais ou de outra maneira, de controle do trem. Uma vantagem chave da presente invenção é o fato que esses dados de eficiência de pastilha de freio 22 são dinamicamente determinados durante a operação do trem e com base nessas determinações e cálculos, de tal maneira que as informações mais exatas e temporais são proporcionadas para o operador e/ou para o controlador de bordo 32.

[046] Conforme ilustrado na Figura 3, os dados da força da pastilha de freio (ou a aplicação) podem ser determinados através de uma variedade de processos. Por exemplo, esses dados podem ser determinados: através de um sensoriamento físico e/ou correlacionando várias características físicas ou correntes de dados. Por exemplo, os dados de força da pastilha de freio podem ser determinados através da correlação: para a força da pastilha de freio BS, a pressão do cilindro de freio BC, os dados do ajustador de folga SA, a temperatura da pastilha de freio BS, a temperatura da roda W, etc. Em conformidade, esses vários pontos de dados podem ser tanto medidos ou identificados diretamente, ou podem ser obtidos através de certas tabelas ou coletas de informação e

dados predeterminadas.

[047] Conforme é ilustrado na realização da Figura 3, o sistema 10 inclui pelo menos um sensor 38 o qual é usado para medir ou para determinar os dados do conjunto de freio BA, por exemplo, a força da pastilha de freio BS, a pressão do cilindro de freio BC, os dados do ajustador de folga SA, a temperatura da pastilha de freio BS, a temperatura da roda W, etc. Conforme é ilustrado na Figura 3, o sensor 38 (ou os múltiplos sensores 38) está em comunicação com e são usados para fisicamente identificar e medir as várias características físicas e qualidades dos componentes do conjunto de freio BA, e esses pontos de dados são então usados para determinar os dados de eficiência de pastilha de freio 22, tal como o enfraquecimento de pastilha de freio. Todavia, conforme discutido, talvez não sejam prático medir ou identificar diretamente essas várias características físicas ao fazer as determinações dos dados de eficiência de pastilha de freio 22, de tal maneira que usando informação e os dados pré-compilados ou predeterminados pode ser usado no processo de modelo e de determinação.

[048] Enquanto não é preciso e exato como uma medição direta, a correlação e o uso de dados pré-existentes ainda auxiliará na tomada de decisões apropriadas no que diz respeito ao controle do trem com base nos dados de eficiência de pastilha de freio 22 resultantes e dinamicamente determinados.

[049] Em uma implantação exemplar, a temperatura da pastilha de freio BS e a temperatura de uma roda W pode ser calculada com base na força da pastilha de freio BS, no tempo de aplicação, na velocidade do trem TR, nas características da roda W, nas características da ferrovia, nas condições ambientais. Nesta implantação a força da pastilha de freio BS pode ser determinada com base nos dados de conjunto de freio BA e nos dados de razão de frenagem, conforme é conhecido nos conjuntos de frenagem específicos BA. Todavia, também é visualizado que uma especificação de razão de frenagem predeterminada (conforme publicado pela AAR) pode ser referida a, preferivelmente o lado mais alto da razão de frenagem com o propósito de estimar o enfraquecimento da pastilha de freio BS, e combinado com as toneladas de carga ou peso

do trem TR. A seguir, a força da pastilha de freio BS pode ser multiplicada pela fricção da pastilha de freio BS para se conseguir ou obter uma força de retardamento do mecanismo de pastilha de freio BS. Em particular, a força de retardamento da pastilha de freio BS pode ser calculada usando uma tabela de referência padrão dos dados de fricção da pastilha de freio BS com base na velocidade do trem TR e na força da pastilha de freio BS (sem o enfraquecimento da pastilha de freio ali considerado). A velocidade do trem é determinada e disponibilizada a partir do sistema de locomotiva e o tempo de aplicação da pastilha de freio BS e/ou o uso do conjunto de freio BA é obtido (e tipicamente disponível nos trens equipados com PTC).

[050] A seguir, nesta realização preferida e não limitante, os valores de limiar podem ser estabelecidos para os vários tipos de conjuntos de frenagem BA e vários níveis de conjunto de freio BA (conforme comunicado/escolhido pelo operador) ou automaticamente pelo trem TR (via a válvula de controle operadora CV). Por exemplo, os valores de limiar podem ser estabelecidos para a energia comunicada (HP-hrs), algo que indica que acima de uma potência nominal “contínua”, a pastilha de freio BB é sujeito a enfraquecimento. Por exemplo, uma tabela de desenvolvimento pode ser estabelecida conforme a seguir:

HP	Tempo	
	Padrão	Alta capacidade
20	Contínuo	Contínuo
25	45 min.	Contínuo
30	30 min.	60 min.
35	15 min.	45 min.
40	10 min.	30 min.

[051] Tal tabela indicaria quando a pastilha de freio BS é sujeito a enfraquecimento com base no nível de conjunto de freio BA aplicado e no tipo de

mecanismo de pastilha de freio BS, por exemplo, “padrão” e “alta capacidade”. Se o gráfico indica “contínuo”, isto significa que nenhum enfraquecimento da pastilha de freio BS ocorreria, e os níveis de tempo indicam quando o enfraquecimento da pastilha de freio BS começaria e afetaria a força de retardamento da pastilha de freio BS. Este gráfico indica um tipo de dados de eficiência de pastilha de freio 22 que pode ser obtido e proporcionado ao operador para uma implantação manual (ou uma implantação automática através do sistema de controle 20). Neste exemplo, exceder estes limites poderia deflagrar um alarme ou um alerta para o operador.

[052] Outros dados de eficiência de pastilha de freio 22 podem ser determinados e considerados dentre a “eficiência” sobre tudo da pastilha de freio BS. Por exemplo, conforme acima discutido, o tempo de recuperação da pastilha de freio BS pode ser estimado (ou diretamente medido por um sensor 38). Este tempo de recuperação indica o tempo requerido para resfriar até a temperatura ambiente depois do conjunto de freio BA ter cessado de ser usado. Conforme é conhecido, uma frenagem “leve” permite uma taxa de resfriamento menor, mas pode ser benéfica no que diz respeito ao desgaste do material, afetado pelo calor. Em prática, requerer um tempo de recuperação longo e conservador pode ou não ser sobre restrito a operação de carga. De qualquer modo, o tempo de recuperação representa outra corrente de informação que pode ser usada quando da determinação dos dados de eficiência de pastilha de freio 22.

[053] Conforme discutido, uma variedade de outros fatores e de pontos de dados pode ser usada e posicionada no modelo para determinar os dados de eficiência de pastilha de freio 22 em geral, tal como as características físicas das rodas W, a ferrovia, o ambiente externo, as características do trem TR, as características do conjunto de freio BA, etc. É claro, quanto maior a capacidade de medir diretamente ou identificar diretamente essas várias características e/ou obter dinamicamente os pontos de dados, mais exato o modelo em geral será quando da determinação da eficiência e, portanto, a a capacidade de uma tomada de decisão de controle segura e apropriada para um trem. Todavia, para os dados que foram predeterminados e/ou não podem ser

diretamente medidos, tais dados podem ser pré-adicionados na base de dados de frenagem 12 e/ou na base de dados do trem 16 para o uso na determinação dinâmica da eficiência de pastilha de freio enquanto o trem TR estiver em operação para o uso em parâmetros operacionais de determinação.

[054] Em conformidade, o sistema 10 da presente invenção é capaz de determinar os dados de eficiência de pastilha de freio 22 e a capacidade da pastilha de freio BS ou o conjunto de freio BA para retardar com sucesso um trem TR sob condições e situações dinamicamente mutantes. O sistema 10 pode ser incorporado no interior de ou integrado com um controlador de bordo 32 conhecido ou com outro sistema de PTC similar e proporcionar informação nova e útil no que diz respeito a como o trem TR deveria ser operado. Conforme discutido, os limites de velocidade podem ser dinamicamente estabelecidos com base nos dados de eficiência de pastilha de freio 22 modelados ou determinados, algo que decresce quando e como o arranjo de pastilha de freio BA é operado. Como tal, a velocidade máxima de qualquer trem TR mudaria em resposta a quanto o conjunto de freio BA tenha sido usado em um passado recente. Portanto, e em uma realização, considerando os dados coletados por meio do sistema de PTC ou por meio do controlador de bordo 32, por exemplo, a velocidade do trem, as toneladas de carga, o comprimento da aplicação, grau, etc., o sistema 10 poderia ativamente prever a velocidade máxima do trem TR permitida considerando a capacidade remanescente do conjunto de freio BA disponível no mecanismo de frenagem BS, assim como no conjunto de freio BA propriamente dito.

[055] Adicionalmente, e ainda no que diz respeito a incorporação dos dados de eficiência de pastilha de freio 22 em um algoritmo de segurança de trem, o sistema 10 poderia considerar previamente ao desempenho do trem TR sobre uma distância de parada prevista e usar esta informação para determinar os limites de velocidade máxima. Por exemplo, o sistema 10 poderia reduzir a velocidade de operação atual por meio da obtenção de dados indicativos de: (a) se ou não o conjunto de freio BA foi recentemente aplicado; (b) a duração da aplicação, se feita; (c) se ou não o trem TR

estaria descendendo um grau durante a distância de parada prevista.

[056] Adicionalmente e conforme discutido, o sistema 10 e os dados de eficiência de pastilha de freio 22 resultantes poderiam ser usados para determinar o uso do conjunto de freio BA dinamicamente para minimizar o enfraquecimento da pastilha de freio BS, daí, portanto melhorando a velocidade de operação com segurança. Por exemplo, o sistema 10 poderia apresentar no dispositivo de exibição visual 28 instruções para o engenheiro ou para o operador no que diz respeito a qual freio ou combinação/ razão de frenagem deveria ser aplicada com base nos dados de eficiência de pastilha de freio 22. Por exemplo, depois de uma longa aplicação de freio automática, o sistema 10 pode avisar ao operador ou engenheiro para usar a frenagem dinâmica para uma subsequente aplicação para alongar o tempo entre as aplicações de frenagem automática e com o objetivo de aumentar a quantidade de tempo que os mecanismos de pastilhas de freio têm para resfriar, assim sendo restaurando as suas propriedades de fricção. O sistema 10 poderia então continuar a limitar a velocidade máxima do trem TR com base nas características de fricção atuais, levando em consideração uma aplicação automática de freio de emergência. Portanto, o sistema 10 e o método presentemente inventados intensificam a segurança do operador e do público assim como minimiza e reduz as probabilidades de um evento catastrófico resultante a partir da eficiência reduzida das pastilhas de freio.

[057] Embora a invenção tenha sido descrita em detalhe com o propósito de ilustração com base naquilo que é atualmente considerado como sendo as realizações mais práticas e preferidas, deve ser subentendido que os referidos detalhes têm apenas este propósito e que a invenção não é limitada as realizações reveladas, mas, muito pelo contrário, é intencionada para cobrir as modificações e os arranjos equivalentes que estão dentro do espírito e do escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. Sistema para determinar a eficiência da sapata de freio (BS) de um dispositivo de frenagem (BA) de um trem durante a operação do trem, onde o dispositivo de frenagem (BA) compreende pelo menos um mecanismo de sapata de freio (BS) configurado para direta ou indiretamente contatar pelo menos uma das rodas do trem e retardar a rotação da referida pelo menos uma roda sendo contactada, o sistema em comunicação com (i) pelo menos uma base de dados de frenagem (12) compreendendo dados de frenagem (14) incluindo pelo menos um dos seguintes: dados do dispositivo de frenagem (BA), dados de força da sapata de freio (BS), dados de fricção da sapata de freio (BS), dados do tempo de aplicação do freio, dados do nível de aplicação do freio, dados da força de retardamento do freio, dados do tipo de sapata de freio (BS), dados das características térmicas do freio, dados da razão de frenagem ou qualquer combinação dos mesmos; e (ii) com pelo menos uma base de dados do trem (16) compreendendo dados do trem (18) incluindo pelo menos um dos seguintes: dados da roda, dados da ferrovia, dados de posição do trem, dados de posição do vagão, dados da velocidade do trem, dados da linha ferroviária, dados da localização na ferrovia, dados da curvatura da ferrovia, dados do perfil da ferrovia, dados do grau da ferrovia, dados do peso do trem, dados do peso do vagão, dados do comprimento do trem, dados do comprimento do vagão, dados ambientais, dados de autoridade ou qualquer combinação desses dados;

caracterizado pelo fato que compreende

um sistema de controle (20) em comunicação com a pelo menos uma base de dados de frenagem (12) e com a pelo menos uma base de dados do trem (16), referido sistema de controle (20) configurado para dinamicamente determinar, durante a operação do trem, os dados de eficiência da sapata de freio (22) com relação aos dados de frenagem (14) e os dados do trem (18), em que os dados de eficiência da sapata de freio (22) compreendem a capacidade do dispositivo de frenagem (BA) de retardar o trem até um nível especificado.

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que

o nível especificado é uma velocidade especificada ou uma parada total.

3. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que o sistema de controle (20) é adicionalmente configurado para determinar um tempo de recuperação do pelo menos um dispositivo de frenagem (BA), ou do pelo menos um mecanismo de sapatas de freio (BS), ou qualquer combinação dos mesmos.

4. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que o sistema de controle (20) é adicionalmente configurado para determinar pelo menos um parâmetro operacional do trem (TR) com base, pelo menos em parte, nos dados de eficiência determinados da sapata de freio (BS).

5. Sistema de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato que o parâmetro operacional é pelo menos um dos seguintes: um limite de velocidade, um limite de velocidade máxima, uma curva de frenagem, uma distância de parada, um uso sugerido do dispositivo de frenagem (BA), um uso do dispositivo de frenagem (BA) para retardar o trem até um nível de velocidade especificado, um uso do dispositivo de frenagem (BA) para retardar por completo o trem até uma parada total ou qualquer combinação dos mesmos.

6. Sistema de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato que o parâmetro operacional é um limite de velocidade máxima, o sistema de controle (20) adicionalmente configurado para automaticamente forçar o trem até o limite de velocidade máxima determinado.

7. Sistema de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato que o parâmetro operacional é a velocidade do trem, o sistema de controle (20) adicionalmente configurado para automaticamente forçar o trem até um limite de velocidade especificado.

8. Sistema de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato que o parâmetro operacional é uma distância de parada, o sistema de controle (20) adicionalmente configurado para determinar a distância de parada com base, pelo menos em parte, nos dados de eficiência de sapata de freio (BS).

9. Sistema de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato que

o sistema de controle (20) está em comunicação com o dispositivo de frenagem (BA) através de uma unidade de interface de freio, o sistema de controle (20) adicionalmente configurado para automaticamente frear o trem com base na distância de parada determinada e em uma distância de parada requerida.

10. Sistema de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato que o sistema de controle (20) está em comunicação com:

o dispositivo de frenagem (BA) através de uma unidade de interface de freio; e

um sistema de posicionamento (26) configurado para determinar os dados de posicionamento do trem,

em que o sistema de controle (20) é adicionalmente configurado para automaticamente frear o trem com base, pelo menos em parte, em pelo menos um dos seguintes dados:

a distância de parada determinada e os dados de posição;

a posição do trem e a localização do trem relativa a um limite de autoridade,

a posição do trem e a localização do trem relativa a um limite de velocidade reduzida,

a posição do trem e a localização do trem relativa a uma restrição de velocidade;

ou qualquer combinação dos mesmos.

11. Sistema de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato que o parâmetro operacional é o uso sugerido do dispositivo de frenagem (BA) e no qual o uso sugerido do dispositivo de frenagem (BA) é proporcionado ao operador.

12. Sistema de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato que o uso sugerido do dispositivo de frenagem (BA) inclui o uso de pelo menos um dos seguintes: dispositivo de frenagem (BA) automática, dispositivo de frenagem (BA) dinâmico, combinação de arranjos de frenagem, dispositivo de frenagem (BA) de

emergência, dispositivo de frenagem (BA) a ar, dispositivo de frenagem (BA) pneumático, dispositivo de frenagem (BA) mecânico ou qualquer combinação dos mesmos.

13. Sistema de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato que o uso sugerido do dispositivo de frenagem (BA) é automaticamente implantado.

14. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que o sistema de controle (20) está em comunicação com o dispositivo de frenagem (BA) via uma interface de freio, o sistema de controle (20) adicionalmente configurado para automaticamente forçar o trem até o nível especificado.

15. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que adicionalmente compreende um dispositivo de exibição visual configurado para apresentar dados a um operador do trem.

16. Sistema de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato que uma mensagem é exibida para o operador no dispositivo de exibição visual e na qual o conteúdo da mensagem compreende pelo menos um dos seguintes: dados de eficiência de sapata de freio (BS), dados de frenagem (14), dados do trem (18), ou qualquer combinação dos mesmos.

17. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato que o conteúdo da mensagem compreende um alerta para o operador no que diz respeito aos dados de eficiência de sapata de freio (BS) nas posições de trem especificadas sobre a linha ferroviária.

18. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que adicionalmente compreende um dispositivo de alarme configurado para proporcionar um alarme a um operador do trem com base em pelo menos um dos seguintes: dados de eficiência de sapata de freio (BS), dados de frenagem (14), dados do trem (18) ou qualquer combinação dos mesmos.

19. Sistema de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato que o alarme é pelo menos um dos seguintes: um alarme de áudio, um alarme visual, um alarme tátil ou qualquer combinação dos mesmos.

20. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que o sistema de controle (20) é integrado ao controlador embarcado localizado na máquina do trem.

21. Sistema de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato que adicionalmente compreende um receptor em comunicação com o controlador embarcado e configurado para receber dados compreendendo pelo menos um dos seguintes: dados de frenagem (14), dados do trem (18) ou qualquer combinação dos mesmos.

22. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que o sistema de controle (20) é remotamente localizado em um sistema de despacho central e em comunicação com o controlador embarcado localizado na máquina do trem, o sistema adicionalmente compreendendo um receptor em comunicação com o controlador embarcado e configurado para receber dados compreendendo pelo menos um dos seguintes: dados de frenagem (14), dados do trem (18) ou qualquer combinação dos mesmos.

23. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que o sistema de controle (20) determina os dados de eficiência de sapata de freio (BS) por meio de:

(a) determinar os dados da força de retardamento com base nos dados da força do mecanismo de sapata de freio (BS) e dos dados de fricção do mecanismo de sapata de freio (BS);

(b) determinar os dados de tempo de aplicação de freio e os dados de nível de aplicação de freio;

(c) determinar os dados do trem (18) especificados; e

(d) determinar as características térmicas da sapata de freio (BS) incluindo dados de enfraquecimento de sapata de freio (BS) projetados com base, pelo menos em parte, nos dados do tipo de mecanismo de sapata de freio (BS), dados de tempo de aplicação de freio e dados de nível de aplicação de sapata de freio (BS).

em que os dados de eficiência de sapata de freio (BS) são dinamicamente determinados com base, pelo menos em parte, nas determinações feitas em (a) – (d) enquanto o trem está em operação.

24. Sistema de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato que os dados de força de sapatas de freio são determinados através de fisicamente detectar ou co-relacionar pelo menos um dentre a força do mecanismo de sapata de freio (BS), a pressão do cilindro de freio, os dados do ajustador de folga, a temperatura do mecanismo de sapata de freio (BS), a temperatura da roda ou qualquer combinação dos mesmos.

25. Sistema para determinar a eficiência da sapata de freio (BS) de um dispositivo de frenagem (BA) de um trem durante a operação do trem, onde o dispositivo de frenagem (BA) compreende pelo menos um mecanismo de sapata de freio (BS) configurado para direta ou indiretamente contatar pelo menos uma das rodas do trem e retardar a rotação da referida pelo menos uma roda sendo contactada, o sistema em comunicação com (i) pelo menos uma base de dados de frenagem (12) compreendendo dados de frenagem (14) incluindo pelo menos um dos seguintes: dados do dispositivo de frenagem (BA), dados de força da sapata de freio (BS), dados de fricção da sapata de freio (BS), dados do tempo de aplicação do freio, dados do nível de aplicação do freio, dados da força de retardamento do freio, dados do tipo de sapata de freio (BS), dados das características térmicas do freio, dados da razão de frenagem ou qualquer combinação dos mesmos; e (ii) com pelo menos uma base de dados do trem (16) compreendendo dados do trem (18) incluindo pelo menos um dos seguintes: dados da roda, dados da ferrovia, dados de posição do trem, dados de posição do vagão, dados da velocidade do trem, dados da linha ferroviária, dados da localização na ferrovia, dados da curvatura da ferrovia, dados do perfil da ferrovia, dados do grau da ferrovia, dados do peso do trem, dados do peso do vagão, dados do comprimento do trem, dados do comprimento do vagão, dados ambientais, dados de autoridade ou qualquer combinação desses dados;

o sistema caracterizado pelo fato que compreende:

pelo menos um sensor configurado para medir e determinar dados do dispositivo de frenagem (BA) compreendendo pelo menos um dos seguintes: força do mecanismo de sapata de freio (BS), pressão do cilindro de freio, dados do ajustador de folga, temperatura do mecanismo de sapata de freio (BS), temperatura de roda ou qualquer combinação dos mesmos para realimentar a base de dados de frenagem; e

um sistema de controle (20) em comunicação com a pelo menos uma base de dados de frenagem (12) e com a pelo menos uma base de dados do trem (16), referido sistema de controle (20) configurado para dinamicamente determinar, durante a operação do trem, os dados de eficiência da sapata de freio (22) com relação aos dados de frenagem (14) e os dados do trem (18), em que os dados de eficiência da sapata de freio (22) compreendem a capacidade do dispositivo de frenagem (BA) de retardar o trem até um nível especificado.

26. Método para determinar a eficiência da sapata de freio (BS) de um dispositivo de frenagem (BA) de um trem durante a operação do trem, o método, implementado por meio de um computador, caracterizado pelo fato que compreende:

determinar dados de frenagem (14) compreendendo pelo menos um dos seguintes: dados de dispositivo de frenagem (BA), dados de força de sapata de freio (BS), dados de fricção de sapata de freio (BS), dados de tempo de aplicação de freio, dados de nível de aplicação de freio, dados de força de retardamento de freio, dados do tipo de sapata de freio (BS), dados de característica térmica de freio, dados de razão de frenagem ou qualquer combinação dos mesmos;

determinar dados do trem (18) compreendendo pelo menos um dos seguintes: dados da roda, dados da ferrovia, dados de posição do trem, dados de posição do vagão, dados da velocidade do trem, dados da linha ferroviária, dados da localização na ferrovia, dados da curvatura da ferrovia, dados do perfil da ferrovia, dados do grau da ferrovia, dados do peso do trem, dados do peso do vagão, dados do comprimento do trem, dados do comprimento do vagão, dados ambientais, dados de autoridade ou qualquer combinação desses dados; e

determinar dinamicamente os dados de eficiência (22) de sapata de freio (BS) com base nos dados de frenagem (14) e nos dados do trem (18), os dados de eficiência (22) de sapata de freio (BS) compreendendo a habilidade do dispositivo de frenagem (BA) retardar o trem até um nível especificado.

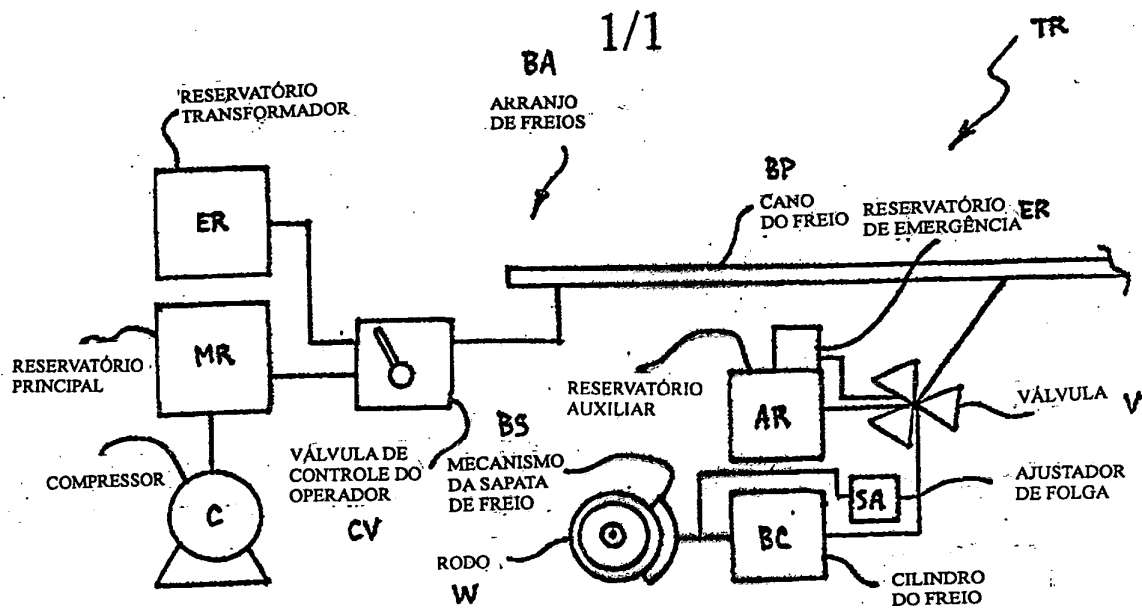


Fig. 1 (Técnica Anterior)

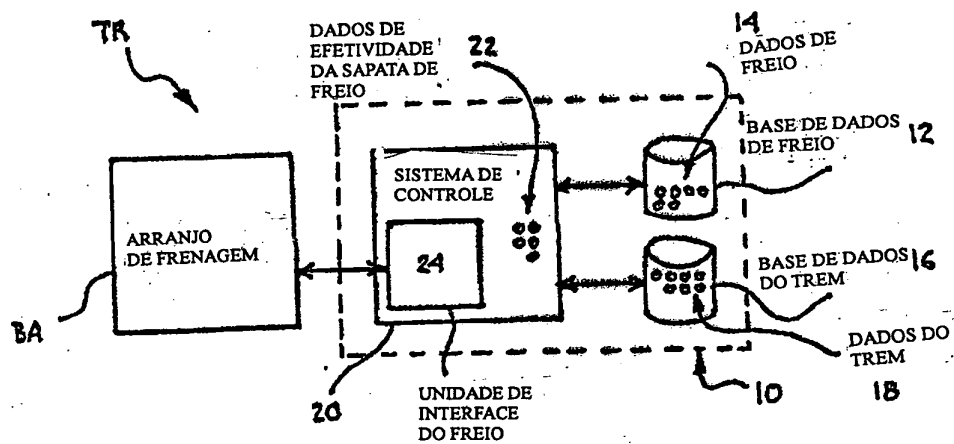


Fig. 2

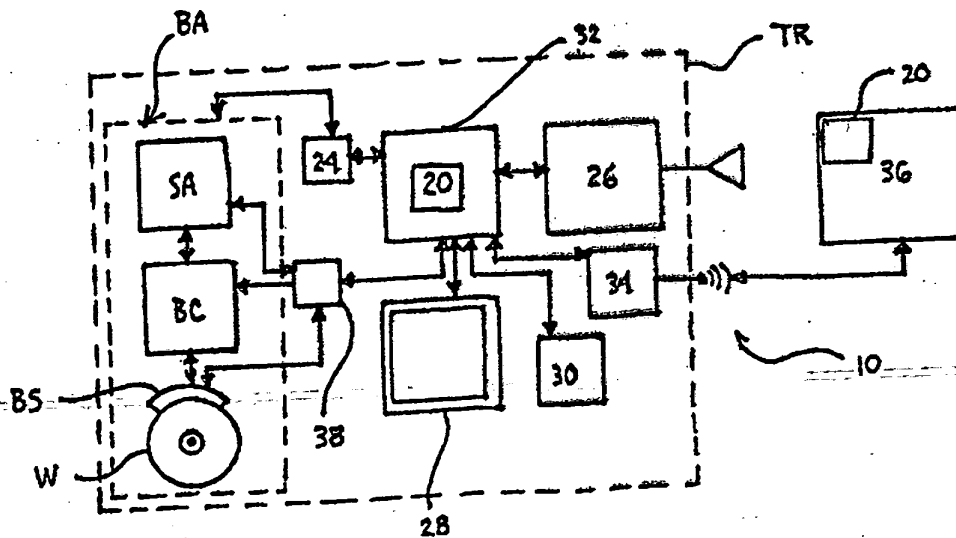


Fig. 3