



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

(11) PI 1010174-8 B1



(22) Data do Depósito: 22/11/2010

(45) Data de Concessão: 15/12/2020

(54) Título: SISTEMA DE CONTROLE DE TREM E UNIDADE DE CONTROLE DE TREM EMBARCADA

(51) Int.Cl.: B61L 23/08; H04B 7/24; H04W 12/06.

(30) Prioridade Unionista: 08/01/2010 US 12/684,391.

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

(72) Inventor(es): ROBERT C. KULL.

(86) Pedido PCT: PCT US2010057590 de 22/11/2010

(87) Publicação PCT: WO 2011/084251 de 14/07/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 02/12/2011

(57) Resumo: SISTEMA DE CONTROLE E UNIDADE DE CONTROLE DE BORDO PARA UM TREM Um sistema de controle de trem incluindo: um dispositivo de comunicação associado com pelo menos uma unidade de controle localizada sobre um primeiro trem; e um dispositivo de comunicação associado com pelo menos uma unidade de controle localizada sobre um segundo trem; no qual pelo menos uma das unidades de controle do primeiro trem e do segundo trem é configurada para: (i) receber, no dispositivo de comunicação associado, um sinal de autorização incluindo dados suficientes para identificar um dos: primeiro trem e o segundo trem como um trem líder e ou outro dos: primeiro trem e do segundo trem como um trem seguidor; (ii) estabelecer pelo menos uma ligação de menos uma comunicação de par para par entre os dispositivos de comunicação do trem líder e do trem seguidor; e (iii) trocar dados de trem entre o trem líder e o trem seguidor via a pelo menos uma ligação de comunicação de par para par. Uma unidade de controle de bordo também é revelada.

SISTEMA DE CONTROLE DE TREM E UNIDADE DE CONTROLE DE TREM EMBARCADA

Antecedentes da Invenção

Campo da Invenção

[001] A presente invenção refere-se, geralmente, ao gerenciamento de trens operando dentro de uma rede de ferrovias e em particular a um sistema de controle de trens com base em comunicações de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos para o uso quando do estabelecimento de uma ligação de comunicação local entre dois ou mais trens dentro da rede ferroviária e criando um trem virtual que pode ser gerenciado e controlado dentro desta rede ferroviária.

Descrição da Técnica Correlacionada

[002] Como é do conhecimento e em qualquer momento de tempo dentro de uma rede ferroviária complexa, múltiplos trens operam e atravessam as ferrovias. Estes trens estão, normalmente, em comunicação com um escritório de despacho central o qual expede movimentos e outras autorizações de controle para assegurar a segura operação de todos aqueles trens nesta rede ferroviária. Adicionalmente, cada um dos trens individuais pode ter um sistema de comunicação e de controle a bordo que facilita a operação com segurança do trem no seu território local dentro da rede ferroviária. Por exemplo, estes trens podem comunicar com dispositivos de progressão lateral através de uma ligação por rádio ou uma ligação de comunicação com base na ferrovia. Desta maneira, cada um dos trens individuais pode ser controlado e pode ser operado de uma maneira segura.

[003] Com referência aos sistemas convencionais de sinal de bloco fixo, a distância entre dois trens seguintes e consecutivos é limitada e com base em seções de bloco, as quais asseguram a separação segura dos trens. Um sistema de sinal “de três aspectos”, conforme é atualmente e amplamente utilizado requer duas seções de bloco não ocupadas separando os trens se movimentando como seguintes e consecutivos sobre a mesma ferrovia. Nas operações de fretamento e cargas estas seções de bloco são

tipicamente na ordem de uma milha de separação. Conseqüentemente, os trens seguintes e consecutivos são normalmente operados com um movimento de separação de trens seguintes e consecutivos de pelo menos duas a quatro milhas, uma vez que o sistema não pode diferenciar a posição de uma maneira mais precisa do que o comprimento do bloco fixo. Adicionalmente, os sistemas podem ser utilizados com seções de blocos menores, mas o custo de instalação do equipamento de progressão lateral requerido, por exemplo, um dispositivo de progressão lateral para cada um das seções de bloco, aumenta até um ponto o qual não é, geralmente, viável economicamente.

[004] Os sistemas de “blocos móveis” também são conhecidos e foram utilizados em aplicações de trânsito de alta densidade, por exemplo, metrô, os quais têm, geralmente, como base um sistema de escritório central que busca e identifica cada um dos trens e mantém um seguro intervalo de tempo entre dois trens consecutivos usando uma lógica centralizada (por exemplo, uma unidade de controle no escritório central). Tais sistemas requerem uma rede de dados com uma alta banda larga entre os veículos e o escritório central, assim como uma rede de comunicações e um ambiente de computadores centralizado e a prova de erros e falhas. Como é conhecido, estes sistemas de “blocos móveis” empregados em um ambiente de metrô não vem sendo implantado em conexão com operações de trem de fretamento e carga (o qual requer um sistema de ferrovia complexo e amplo), principalmente por ter como base os custos associados de implantação.

[005] A progressão de sistemas de sinais convencionais para os novos sistemas de Controle de Trem com Base em Comunicações (Communications-Based Train Control = CBTC) teve como base a manutenção de controle de bloco fixo mesmo sem a necessidade de circuitos de ferrovia de progressão lateral para definir os blocos. Por exemplo, mesmo em territórios sem sinal (ou “no escuro”), pela utilização de procedimentos de Track Warrant Control = TWC (Controle de Ordenamento da Ferrovia) os trens são despachados com base em uma autorização limitada a uma seção de bloco “virtual”, a qual é limpa, desobstruída, ou seja, não tenha ali outros trens.

[006] O The Wabtec Electronic Train Management System = ETMS (Sistema Eletrônico Wabtec de Gerenciamento de Trens) é um exemplo de um sistema de CBTC e foi aplicado como um programa de sobreposição para os Sistemas de Controle de Trem Convencionais (Conventional Train Control = CTC), assim como nos territórios sem sinal (TWC). Adicionalmente, os ETMS foram expandidos para suportar aplicações independentes vitais (V-ETMS), as quais têm a capacidade de operar como sistemas de controle independentes e a prova de erros/falhas. Conseqüentemente, estes V-ETMS seriam considerados uma substituição para ambos o sistema de sinal convencional e os procedimentos de controle de ordem de ferrovia. Tais sistemas de CBTC, incluindo o Wabtec V-ETMS podem ser usados em uma implantação da presente invenção.

[007] Por exemplo, o V-ETMS é operável para definir progressivamente os blocos “virtuais” menores como um meio de suportar as operações de intervalo de tempo entre trens consecutivos reduzidos. Isto proporciona uma operação de sistema similar aquela de um sistema de bloco móvel conforme aplicado em um trânsito de metrô, por exemplo, nas operações de metrô. Todavia, tal implantação acarreta numa demanda de um comprimento de banda aumentado na rede de comunicações, o qual requereria um investimento significativo no aperfeiçoamento e atualização da infraestrutura de comunicações. Portanto, em um aspecto da presente invenção, é um dos seus objetivos proporcionarem tal funcionalidade de V-ETMS ou CBTC para suportar operações de trens com intervalo de tempo entre trens consecutivos mais curtos sem a necessidade de uma nova ou significativamente aperfeiçoada e atualizada infra-estrutura de comunicações.

[008] Também há sistemas conhecidos relacionados a trens com Distributed Power = DP (Potência Distribuída), os quais são suportados por uma comunicação entre locomotivas incluindo comunicações com base em rádio para os trens convencionais e comunicações com base em linha para os trens com frenagem ECP. As limitações e as desvantagens acima discutidas relacionadas a sistemas de sinal de bloco fixo acarretaram em linhas ferroviárias requerendo um comprimento maior dos trens como

a melhor maneira de aumentar a capacidade. Um trem de DP pode ser considerado como dois trens operacionais acoplados de forma dura em conjunto (ou como uma operação com um intervalo de tempo entre trens consecutivos zero). Todavia, uma das desvantagens da operação associada com os trens de DP é o tempo extra de mudança em relação ao estabelecimento de partida do trem, assim como a necessidade de dividir o trem no pátio da destinação para que o mesmo encaixe no espaço disponível da ferrovia. Isto acarretou em uma operação de trem de DP na sua maioria limitada a trens de longas unidades, os quais podem trafegar sem a necessidade de serem divididos em qualquer extremidade da sua jornada. Portanto, e em outro aspecto da presente invenção, é um objetivo adicional proporcionar a habilidade de operar trens com um curto intervalo de tempo entre trens consecutivo em uma operação similar a de um trem estabelecido como um DP, onde as vantagens de capacidade de trens longos podem ser conseguidas, enquanto mantendo a flexibilidade da mudança de seções de trens ou tendo rotas divergentes.

Sumário da Invenção

[009] Geralmente, a presente invenção proporciona um sistema de controle de trens com base em um curto intervalo de tempo entre trens consecutivos que superam algumas ou todas as desvantagens e deficiências associadas com os sistemas de controle e de operação de trens conhecidos. Preferivelmente, em alguns aspectos da presente invenção, é proporcionado um sistema de controle de trem com base em comunicações de curto intervalo de tempo entre trens consecutivos que proporciona uma funcionalidade adicional e benéfica de controle de trem. Preferivelmente, em outros aspectos da presente invenção, é proporcionado um sistema de controle de trem com base em comunicações de curto intervalo de tempo entre trens consecutivos que suporta operações de trem com um curto intervalo de tempo entre trens consecutivos. Preferivelmente, em aspectos adicionais da presente invenção é proporcionado um sistema de controle de trens com base em comunicações de curto intervalo de tempo entre trens consecutivos que proporciona uma funcionalidade de CBTC sem a necessidade de

arquiteturas de comunicação significativamente aperfeiçoadas e atualizadas. Preferivelmente, e aspectos ainda adicionais da presente invenção, é proporcionado um sistema de controle de trens com base em comunicações de curto intervalo de tempo entre trens consecutivos que acarreta numa capacidade aumentada quando das operações de fretagem e de carga. Preferivelmente, em outros aspectos da presente invenção, é proporcionado um sistema de controle de trens com base em comunicações de curto intervalo de tempo entre trens que inclui flexibilidade e outras características de controle em ambos: mudança de trem e operações de controle de trem individual.

[010] Conseqüentemente, e numa realização preferida e não limitante, é proporcionado um sistema de controle de trem. O sistema inclui: um dispositivo de comunicação associado com pelo menos uma unidade de controle localizada em um primeiro trem; e um dispositivo de comunicação associado com pelo menos uma unidade de controle localizado em um segundo trem. Pelo menos uma das unidades de controle do primeiro trem e do segundo trem é configurada para: (i) receber, no dispositivo de comunicação associado, um sinal de autorização incluindo dados suficientes para identificar um dos: primeiro trem e segundo trem como um trem líder e o outro dos; primeiro trem e segundo trem como sendo o trem seguidor; (ii) estabelecer pelo menos uma ligação de comunicação par a par entre os dispositivos de comunicação do trem líder e do trem seguidor; (iii) trocar dados de trem entre o trem líder e o trem seguidor via a pelo menos uma ligação de comunicação de par a par.

[011] Em uma realização preferida e não limitante adicional é proporcionado um sistema de controle de trem incluindo: uma unidade de controle de despacho central tendo um dispositivo de comunicação e configurado para transmitir um sinal de autorização; um dispositivo de comunicação associado com pelo menos uma unidade de controle de um primeiro trem; e um dispositivo de comunicação associado com pelo menos uma unidade de controle de um segundo trem. Pelo menos uma das unidades de controle do primeiro trem e do segundo trem é configurada para: (i) receber em um dispositivo de comunicação associado, o sinal de autorização incluindo dados suficientes

para identificar um dos: primeiro trem ou segundo trem como o trem líder e o outro dos: primeiro trem ou segundo trem como o trem seguidor; (ii) estabelecer pelo menos uma ligação de comunicação de par para par entre os dispositivos de comunicação do trem líder e do trem seguidor; e (iii) trocar dados de trem entre o trem líder e o trem seguidor via a pelo menos uma ligação de comunicação de par para par.

[012] Em uma realização preferida e não limitante é proporcionada uma unidade de controle a bordo para um trem incluindo: um dispositivo de comunicação configurado para enviar e para receber sinais; e pelo menos um computador tendo um meio de leitura por computador tendo ali armazenado instruções, as quais quando executadas por um processador faz com que o processador: (i) receba, pelo dispositivo de comunicação, um sinal de autorização incluindo dados suficientes para identificar um dos: primeiro trem ou segundo trem como o trem líder e o outro dos: primeiro trem ou segundo trem como o trem seguidor; (ii) estabeleça pelo menos uma ligação de comunicação de par para par entre os dispositivos de comunicação do trem líder e do trem seguidor; e (iii) troque dados de trem entre o trem líder e o trem seguidor via a pelo menos uma ligação de comunicação de par para par.

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

Breve Descrição dos Desenhos

[014] A Figura 1 é uma vista esquemática de uma realização de um sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos de acordo com os princípios da presente invenção;

[015] a Figura 2 é uma vista esquemática de outra realização de um sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos de acordo com os princípios da presente invenção;

[016] a Figura 3 é uma vista esquemática de uma realização adicional de um sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos de acordo com os princípios da presente invenção;

[017] a Figura 4 é outra vista esquemática de uma realização adicional de um sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos de acordo com os princípios da presente invenção, e

[018] a Figura 5 é uma vista esquemática de outra realização de um sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos de acordo com os princípios da presente invenção.

Descrição Detalhada das Realizações Preferidas

[019] Para o propósito de descrição, daqui por diante os termos “extremidade”, “superior”, “inferior”, “direito (a)”, “esquerdo (a)”, “vertical”, “horizontal”, “de cima (acima)”, “de baixo (abaixo, debaixo)”, “lateral”, “longitudinal” e os derivativos dos mesmos referir-se-ão a invenção conforme é orientado nas figuras dos desenhos. Todavia, deve ser subentendido que a invenção pode assumir várias variações alternativas e seqüências de etapas, serão correlacionados exceto quando e onde expressamente especificado o contrário. Também deve ser subentendido que, os dispositivos e os processos específicos ilustrados nos desenhos apensados e descritos na seguinte especificação são simplesmente realizações exemplares da invenção. Assim sendo, as dimensões específicas e outras características físicas relacionadas às realizações aqui reveladas não devem ser consideradas como algo limitante. Adicionalmente, deve ser

subentendido que a invenção pode assumir uma variedade de variações e seqüências de etapas, exceto quando e onde expressamente especificado o contrário.

[020] A presente invenção é direcionada a um sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 que pode ser usado em conexão com múltiplos trens (Multiple Trains = TR) percorrendo um trilho ferroviário (Track = TK), freqüentemente em uma rede ferroviária complexa. Adicionalmente, o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 da presente invenção pode ser implantado em conexão com qualquer uma das já conhecidas operações de trens TR tais como operações de afretamento/carga, operações de passageiros, e os similares. Ainda adicionalmente a presente invenção é igualmente útil nos sistemas de sinais de blocos fixos convencionais, sistema de blocos móveis, sistemas de controle de trem com base em comunicações, territórios sem sinal e/ou como um componente integrado de um sistema de controle de trens com base em comunicações já existente, tal como os acima discutidos ETMS ou V-ETMS de Wabtec. Ainda adicionalmente, e conforme discutido, o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 pode ser usado em conexão com trens de Potência Distribuída e a arquitetura de comunicação alteada usadas quando da operação de tais trens.

[021] Deveria ser adicionalmente reconhecido que o uso do termo “unidade de controle” daqui por diante poderá referir-se a qualquer dispositivo de computador especialmente programado com propósito geral tendo os componentes apropriados e conhecidos. Por exemplo, tal “unidade de controle” pode incluir meios de armazenamento lidos por computador, uma unidade de processamento central (ou micro processador), vários dispositivos de comunicação (conforme daqui por diante discutido), e outros dispositivos e mecanismos individuais para receber, processar e/ou transmitir informação e dados. Por exemplo, em uma realização preferida da presente invenção, um sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos pode incluir uma ou mais unidades de controle que são integradas

com um controlador de bordo existente, uma unidade de trem da frente, uma unidade trem no final, ou outro dispositivo de computador associado com o controle de trem, tanto localmente ou em uma localização centralizada.

[022] Uma realização preferida e não limitante do sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 da presente invenção é ilustrado na Figura 1. Em particular, este sistema 10 inclui um dispositivo de comunicação 12 integrado com, associado com, e/ou em comunicação eletrônica com pelo menos uma unidade de controle 14 localizada em um primeiro trem TR. Em particular, e outra vez, esta unidade de controle 14 pode constituir ou ser integrada com um On Board Controller = OBC (Controlador de Bordo), com a unidade do trem na frente e ou do trem no final.

[023] Adicionalmente, o sistema 10 inclui um dispositivo de comunicação 16 integrado com, associado a, e/ou em uma comunicação eletrônica com pelo menos uma unidade de controle 18 localizada ou posicionada em um segundo trem TR. Em operação, pelo menos uma destas unidades de controle 14, 18 do primeiro trem TR ou do segundo trem TR é programada ou configurada para receber, no dispositivo de comunicação 12, 16, um sinal de autorização 20. Este sinal de autorização 20 inclui dados 22 suficientes para identificar tanto o primeiro trem TR ou o segundo trem TR como o Leader Train = TRL (Trem Líder) e o outro primeiro trem TR ou o segundo trem TR como sendo o Follower Train = TRF (Trem Seguidor).

[024] Pelo menos uma das unidades de controle 14, 18 é capaz de iniciar e estabelecer uma ligação de comunicação de par para par 24 entre os dispositivos de comunicação 12, 16 do trem líder TRL e do trem seguidor TRF. Adicionalmente, pelo menos uma das unidades de controle 14, 18 é programada ou configurada para trocar dados de trem 26 entre o trem líder TRL e o trem seguidor TRF via a ligação de comunicação de par para par 24. Desta maneira, os dados de trem especificados 26 podem ser trocados entre o trem líder TRL e o trem seguidor TRF em um nível ou ligação, por exemplo, par para par.

[025] Com referência a Figura 2, e com referência continuada a Figura 1, uma vez que esta ligação de comunicação de par para par 24 é estabelecida, o trem líder TRL e o trem seguidor TRF podem ser designados como um único trem virtual 28. Isto significa que a vista “externa” destes dois (ou mais) trens TR é um único e controlável trem virtual 28.

[026] Conforme é ilustrado na Figura 2, qualquer número de trens TR pode ser estabelecido como um trem virtual 28 ou pode ser adicionado a um trem virtual 28 já existente. Por exemplo, um terceiro trem TR (tendo o dispositivo de comunicação 12, 16 e unidade de controle 14, 18 acima discutido) pode ser adicionado a ou formado como parte do trem virtual 28. Em uma realização preferida e não limitante de operação e depois de receber o sinal de autorização 20 apropriado, o primeiro trem TR continuaria a ser o trem líder TRL, enquanto o segundo trem TR se tornaria um Follower/Leader Train = TRFL (Trem Seguidor/Líder), por exemplo, o trem seguidor TR (o qual seria designado como um trem seguidor TRF). Conseqüentemente, a ligação de comunicação de par para par 24 seria estabelecida entre o trem seguidor/líder TRFL e o trem seguidor TRF. É claro que é adicionalmente visualizado que o trem líder TRL pode formar uma ligação de comunicação de par para par 24 com alguns ou com todos os seus trens seguidores, tanto com um trem seguidor/líder TRFL ou com um trem seguidor TRF. Alternativamente, cada um dos trens TR na ligação pode ser considerado um nodo para uso dos dados de trens passando serialmente 26 a partir de um trem TR para outro trem TR. Todas estas tais variações de comunicação poderiam ser usadas no contexto do presentemente inventado sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10.

[027] Na realização preferida e não limitante da Figura 2, o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 também inclui uma unidade de controle 30 localizada em um local de Despacho Central Remoto CD (Remote Central Dispatch). Esta unidade de controle de despacho central 30 é integrada a, associada com, e/ou em comunicação eletrônica com

um dispositivo de comunicação 32, o qual permite a unidade de controle de despacho central 30 transmitir, processar e receber dados. Na realização da Figura 2, é o dispositivo de comunicação de despacho 32 (conforme é controlado pela unidade de controle de despacho central 30) que transmite o sinal de autorização 20 para um dos trens TR.

[028] Em uma realização preferida e não limitante, o sinal de autorização 20 que é transmitido a partir do despacho central CD é recebido pelo trem líder TRL e subseqüentemente é enviado para o trem seguidor TRF, de tal maneira que a ligação de comunicação de par para par 24 possa ser estabelecida. É claro que é visualizado que o sinal de autorização 20 enviado a partir da unidade de controle de despacho central 30 possa ser apenas enviado para o trem líder TRL, o qual usa alguma rede de comunicação local ou algum método para comunicar esta informação e dados para o trem seguidor TRF. Todavia, pode ser preferível assegurar um contato e uma transmissão apropriados do sinal de autorização 20 para todos os trens TR envolvidos na criação e controle do trem virtual 28.

[029] Também conforme ilustrado nesta realização, o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 pode incluir comunicação com um dispositivo de comunicação de progressão lateral 34, o qual também inclui uma unidade de controle 36 e um dispositivo de comunicação 38. Em uma realização, a unidade de controle 36 é capaz de controlar ou seletivamente acionar um mecanismo de comutação S. Quando em operação, um ou mais dos trens TR no trem virtual 28 é capaz de comunicar com o dispositivo de comunicação 38 do dispositivo de progressão lateral 34 para o uso de assegurar a segurança e a passagem do trem virtual 28 (por exemplo, todos os trens TR que compõem o trem virtual 28) através do mecanismo de comutação S. Sem tal comunicação, certos mecanismos de comutação S (ou dispositivos de progressão lateral 34) podem determinar que uma vez que o trem líder TRL passa através do mecanismo de comutação S, este mecanismo de comutação S deveria ser adicionalmente acionado ou, de outra maneira, re-configurado, algo que “quebraria” ou de outra forma afetaria o trem virtual 28. É claro que, conforme

discutido daqui por diante, a comunicação entre o trem virtual 28, tipicamente o trem líder TRL, e o dispositivo de progressão lateral 34 controlando o mecanismo de comutação S, adicionalmente permitiria a divisão ou o desacoplamento do trem virtual 28 de volta aos trens discretos e individuais TR.

[030] Em uma realização preferida e não limitante, e conforme é ilustrado na Figura 3, o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 pode usar equipamento de trem existente ou modificado com o objetivo de implantar a comunicação apropriada para estabelecer o trem virtual 28. Conforme é mostrado, o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 pode adicionalmente incluir uma unidade de final de trem 40 posicionada no vagão ferroviário traseiro do trem líder TRL e esta unidade de final de trem 40 incluiria uma unidade de controle 42 e um dispositivo de comunicação 44. Adicionalmente, uma unidade de trem da frente 46 é posicionada em uma locomotiva do trem líder TRL, e esta unidade de trem da frente 46 também inclui uma unidade de controle 48 e um dispositivo de comunicação 50. Outra vez, o uso de tal unidade de trem da frente 46 e unidade de final de trem 40 em conexão com o controle e com a operação de um trem TR é bastante conhecido pela técnica e proporciona uma plataforma apropriada para implantar o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 da presente invenção. Conforme também é ilustrado na Figura 3, o trem seguidor TRF também inclui uma unidade de final de trem 40 e uma unidade de trem da frente 46.

[031] Consequentemente, em uma realização preferida e não limitante da presente invenção, o dispositivo de comunicação 44 da unidade de final de trem 40 do trem líder TRL está em comunicação com o dispositivo de comunicação 50 da unidade de final de trem 46 do trem líder TRL (outra vez, conforme é do conhecimento da técnica). Adicionalmente, o dispositivo de comunicação 44 da unidade de final de trem 40 do trem líder TRL está em comunicação adicional com o dispositivo de comunicação 50 da unidade de trem da frente 46 do trem seguidor TRF. Isto permite o fluxo apropriado dos

dados de trem 26 por toda a ligação de comunicação de par para par 24 estabelecida entre os trens TR.

[032] É claro que é adicionalmente visualizado que a ligação de comunicação de par para par 24 também (ou alternativamente) é estabelecida entre os dispositivos de comunicação 50 das unidades de trem da frente 46 do trem líder TRL e do trem seguidor TRF. Nesta realização a ligação de comunicação estabelecida entre a unidade de final de trem 40 do trem individual TR e a unidade de trem da frente 46 seria considerada uma ligação de comunicação intra trem 52, enquanto a ligação de comunicação de par para par 24 é a ligação de comunicação estabelecida entre o trem líder TRL e o trem seguidor TRF, tanto entre as unidades de trem da frente 46 dos trens TR ou a unidade de final de trem 40 do trem líder TRL e da unidade de trem da frente 46 do trem seguidor TRF. Isto demonstra que o equipamento existente, por exemplo, a unidade de final de trem 40 e a unidade da frente do trem 46 dos trens TR podem ser usadas quando do estabelecimento da plataforma de comunicação apropriada. Adicionalmente, a unidade de trem da frente pode ser parte do ou pode ser integrada com o controlador de trem de bordo do trem TR.

[033] Pela análise e pela comunicação dos dados de trens 26 apropriados transmitidos por meio da ligação de comunicação de par para par 24 é possível controlar de uma forma segura o trem virtual 28. Tais dados de trem 26 podem incluir uma variedade de conjuntos de dados e de informação, tal como dados de identificação, dados de ferrovias, dados físicos dos trens, dados de operação dos trens, dados de localização dos trens, dados da unidade de final de trem, velocidade, dados previsíveis, dados de quebras, dados de frenagem de emergência, dados de ligações de comunicação ou qualquer combinação dos mesmos. Em uma realização, pelo menos uma das unidades de controle 14, 18 dos trens TR no trem virtual 28 é configurada ou usada para calcular uma distância segura de frenagem entre o trem líder TRL e o trem seguidor TRF. Isto permite a operação com segurança e o controle apropriado dos trens TR compreendendo o trem virtual 28. Estes cálculos podem ter como base, certos dados de

trem 26 adicionais tais como: dados da distância de frenagem com uso total de freio do trem seguidor TRF, um fator de segurança, dados de velocidade do trem líder TRL, dados de distância de frenagem de emergência do trem líder TRL, um fator de segurança do trem virtual, certos dados de ligação de comunicação ou qualquer combinação dos mesmos. Tendo esta ligação de comunicação de par para par 24, quaisquer dados de trem 26 adquiridos podem ser transmitidos, recebidos ou analisados com o objetivo de engajar as características de controle requeridas, tais como os cálculos de uma distância segura de frenagem.

[034] Em outra realização preferida e não limitante pelo menos uma das unidades de controle 14, 18 é configurada para receber um sinal de desacoplamento que inclui dados suficientes para separar de forma segura o trem líder TRL e o trem seguidor TRF. Conseqüentemente, o trem virtual 28 poderia então ser dividido de volta ao trem discreto e individual TR. Tal sinal de desacoplamento e método de desconectar de forma segura os trens TR poderia ocorrer quando da aproximação de um mecanismo de comutação S sob o controle de um dispositivo de progressão lateral 34. Conseqüentemente, ao invés de permitir todo o trem virtual 28 passar através do mecanismo de comutação sobre o mesmo trilho, o trem líder TRL e o trem seguidor TRF poderiam ser divididos no mecanismo de comutação S de volta para os trens individualmente controláveis TR.

[035] Como é conhecido na técnica, os dispositivos de comunicação 12, 16, 32, 38, 44 e 50 podem ter o formato de um rádio transceptor de tal maneira que as ligações de comunicação estabelecidas, tanto a ligação de comunicação de par para par 24 ou a ligação de comunicação intra trem 52, sejam ligações via rádio. Adicionalmente, os dados de trem 26 podem ser transmitidos dinamicamente, por exemplo, conforme é criado, periodicamente, repetidamente com base na distância percorrida, sob certas condições de emergência, ou em qualquer combinação das mesmas. Conforme é esperado, os dados de trem 26 quanto mais exatos e mais rápidos são transmitidos, recebidos e analisados numa ligação de comunicação de par para par 24, mais eficiente

e efetivo o controle de trem será conseguido.

[036] Conforme acima discutido, as unidades de controle 14, 18 podem ser parte de uma unidade de controle de bordo do trem TR. Esta unidade de controle de bordo pode ser ou pode incluir qualquer tipo de dispositivo de computador com o meio de leitura por computador apropriado e com um processador para implantar as instruções por computador. Adicionalmente, estas unidades de controle 14, 18 podem ser integradas a ou na forma da unidade de final de trem 40, da unidade de trem da frente 46, do controlador de bordo, ou dos similares. Em tal ambiente, o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 pode usar este equipamento existente e pode ser implantado através da modificação das instruções de programação de quaisquer destas unidades de controle existentes. Adicionalmente, estas instruções podem ser codificadas de forma dura (em hardware) nas unidades de controle existentes, carregadas durante certos procedimentos de manutenção envolvendo os trens TR, ou enviadas a partir do despacho central CD como de forma embutida num download ou como uma modificação nas instruções da programação existente.

[037] Em uma realização adicional preferida e não limitante, e conforme ilustrado na Figura 4, certos territórios ou ambientes na rede de ferrovia complexa acarretam em interferência, diminuição ou falha em algumas ligações de comunicação, tanto na ligação de comunicação de par para par 24 ou na ligação de comunicação intra trem 52. Conseqüentemente, em tais casos, um ou mais repetidores de progressão lateral 54 podem ser posicionados ao longo da ferrovia TK. Este repetidor de progressão lateral 54 incluiria um dispositivo de comunicação 56 e seria configurado para receber os dados de trem 26 e transmitir estes dados 26 quando do estabelecimento adicional das ligações de comunicação apropriadas. Portanto, tais repetidores de progressão lateral 54 poderiam ser usados para formar a ligação de comunicação de par para par 24 de forma confiável entre o trem líder TRL e o trem seguidor TRF. Adicionalmente, o uso de um ou mais repetidores de progressão lateral 54 permitiria o uso

do o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 presentemente inventado em qualquer uma das áreas por toda a rede de ferrovia complexa, incluindo no território “escuro”.

[038] Em outra realização preferida e não limitante da presente invenção, um exemplo de uma implantação do o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 é proporcionada. Em particular, as várias ligações de comunicação usadas para suportar esta implantação do o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens consecutivos 10 são mostradas em conexão com um grupo de comunicação de curto intervalo de tempo entre dois trens, por exemplo, um trem líder TRL e um trem seguidor TRF. Adicionalmente nesta realização, o despacho central CD e um dispositivo de progressão lateral 34 são usados. Deveria ser adicionalmente observado que este dispositivo de progressão lateral 34 pode ser na forma de um sistema de controle discreto ou outra unidade programável capaz de receber, processar e transmitir sinais de dados.

[039] Adicionalmente, as várias ligações de comunicação ilustradas na Figura 5 podem ser implantadas com muitas e diferentes tecnologias alternativas específicas. É visualizado que uma aplicação comum e uma base de tecnologia seria o uso de sistemas de rádio de dados com base no solo para todas as ligações de comunicação ilustradas. Todavia, quando do uso de trens com frenagem de ECP, ligações C e D poderiam ser substituídas com linha de fios, por exemplo, comunicações com base em ferrovias. Adicionalmente, as ligações de comunicação podem ser suplementadas através do uso dos repetidores de progressão lateral 54 acima discutidos em áreas selecionadas para aperfeiçoar a confiabilidade. Em qualquer um dos casos, e nesta realização, o sistema de comunicação é designado para ter como base a manutenção dos procedimentos de operação segura dos trens mesmo quando da perda de comunicação.

[040] Nesta realização, o escritório de despacho central CD proporciona sinais de autorização 20 para ambos os trens TR, e avisa qual é o trem líder

TRL e qual é o trem seguidor TRF (ligações G e F). O sinal de autorização 20 é primeiramente dado ao trem líder TRL, seguido por um sinal de autorização 20 expedido para o trem seguidor TRF, com a identificação de ambos o trem líder TRL e o trem seguidor TRF nas identificações da unidade de final de trem 40. Adicionalmente, o despacho central CD adicionalmente avisaria o trem líder TRL, por exemplo, a locomotiva do trem líder TRL, sobre a identificação da locomotiva do trem seguidor TRF.

[041] Quando em operação e nesta realização, cada um dos trens TR comunica entre a sua unidade de final d trem 40 e a sua própria locomotiva líder tendo uma unidade de trem da frente 46 (ligações C e D), conforme nos procedimentos padrão de comunicação de trem. Todavia, é visualizado que esta comunicação poderia ser suplementada por dados de localização via GPS (latitude, longitude, referência equivalente da Terra, etc.) da unidade de final de trem 40. Tais dados poderiam ser usados para checar de forma cruzada o comprimento e a posição do final do trem contra os dados do comprimento do trem conforme é proporcionado na locomotiva a partir do estabelecimento inicial do trem.

[042] Adicionalmente, tal informação ou dados poderiam ser proporcionados através de uma comunicação a partir do despacho central CD e/ou uma entrada por parte da tripulação da locomotiva.

[043] Ainda adicionalmente, nesta realização preferida e não limitante, a ligação de comunicação de par para par 24 entre o trem líder TRL e o trem seguidor TRF é conseguida através de ligações de dados duplas. Em particular, uma ligação de dados em dois sentidos A é estabelecida entre cada uma das locomotivas, pro exemplo, a unidade de trem da frente 46 (ou o controlador da locomotiva a bordo). As comunicações a partir da unidade de trem da frente 46 do trem líder e a unidade de trem da frente 46 do trem seguidor TRF incluem atualizações periódicas dos dados de localização do final do trem como uma referência através do banco de dados da ferrovia e incluindo velocidade atual, assim como prevista a distância segura de frenagem do “desmembramento do último vagão”. Tal comunicação é estabelecida com base em uma

transmissão com um tempo estabelecido ou com uma taxa de repetição da distância percorrida. Adicionalmente, a unidade de trem da frente 46 da locomotiva do trem seguidor TRF transmite informação e dados de trem 26 para a unidade de trem da frente 46 da locomotiva do trem líder TRL, incluindo as requisições para a atualização do estado de localização, se preciso for, entre as transmissões já estabelecidas, ou no evento de corrupção ou perda da mensagem anterior.

[044] A próxima ligação de comunicação para a implantação desta ligação de dados dupla é entre a unidade de final de trem 40 do trem líder TRL e a unidade de trem da frente 46 da locomotiva do trem seguidor TRF, conforme é representado pela ligação de dados de duas vias B. Nesta ligação a unidade de final de trem 40 do trem líder TRL transmite a informação. Em particular, as mesmas mensagens que são periodicamente transmitidas para a unidade de trem da frente 46 do trem líder TRL (ligação C), também são recebidas pela unidade de trem da frente 46 da locomotiva do trem seguidor TRF (ligação B). esta comunicação pode incluir dados de localização via GPS, conforme acima discutido. Ainda adicionalmente, a unidade de trem da frente 46 da locomotiva do trem seguidor TRF comunica com a unidade de final de trem 40 do trem líder TRL. Especificamente, requisições para atualizações do estado de localização são transmitidas, se preciso for, entre as transmissões já estabelecidas, com base na operação de curtos intervalos de tempo e nos cálculos de distância de frenagem correlacionados.

[045] Depois que a ligação de comunicação de par para par 24 é estabelecida entre um trem líder TRL e um trem seguidor TRF, estes trens TR podem ser tratados como um único longo trem, por exemplo, um trem virtual 28 a partir do ponto de vista do despacho central CD e da operação de controle de trem. O trem líder TRL interagirá com o dispositivo de progressão lateral 34 (e/ou com o sistema de controle de progressão lateral), assim como com o escritório de despacho central CD (ligações E e G) para governar as autorizações de movimento e os sinais de autorização 20. O trem seguidor TRF seria governado pelas mesmas restrições no que diz respeito à velocidade (permanente no banco de dados da ferrovia, assim como temporário a partir do escritório

de despacho central CD), mas as autorizações de movimento continuariam a ser baseadas na manutenção de uma distância segura de frenagem para o trem líder por meio da ligação de comunicação de par para par 24.

[046] Adicionalmente, os cálculos da distância segura de frenagem entre o trem líder TRL e o trem seguidor TRF são realizados na unidade de trem da frente 46 (ou no controlador de bordo) na locomotiva do trem seguidor TRF. Conforme discutido, estes cálculos podem ser implantados ou conseguidos através do uso de diferentes filosofias de uso. Primeiro um approach conservador pode ser assumido, o qual é freqüentemente referido a como uma parada de “parede de tijolos”. Neste approach a velocidade de um trem líder TRL é ignorada e assume-se que todo relatório de última localização é um trem TR parado. A distância de separação tem então como base uma distância segura de serviço total (uso total) do trem seguidor TRF mais um fator de segurança e o uso de alguns algoritmos como aqueles para o limite da entrada em vigor de uma autorização de frenagem previsível. Outro approach seria um approach de “alvo dinâmico”, o qual representa um approach mais agressivo para suportar operações de intervalo de tempo mais curto entre dois trens consecutivos. Neste approach a velocidade e a informação de distância de frenagem de emergência do “último vagão a ser desconectado” a partir do trem líder TRL são utilizadas para estender o alvo da parada e para permitir movimentos seguintes mais curtos.

[047] Independente do approach, uma margem de distância adicional pode ser requerida para ser adicionada em relação ao planejamento da freqüência de atualização de mensagens sobre a localização a partir do trem líder TRL (ligações A e B), para evitar a necessidade de iniciar uma frenagem de penalidade do trem seguidor TRF no evento de uma perda de uma única atualização. Adicionalmente, e em prática, espera-se que as aplicações iniciais seguiriam o approach de parada de “parede de tijolos” e também a adição de uma margem de separação suficiente para suportar aproximadamente um minuto de perda de comunicação antes de acarretar em alguma forma de penalidade de frenagem.

[048] Também conforme ilustrado em conexão com a realização preferida e não limitante da Figura 5, a função de “desacoplamento” também é implantada. Outra vez, tal desacoplamento ou função de desconexão permite aos grupos de trens com curto intervalo de tempo entre trens consecutivos, por exemplo, o trem virtual 28, retornar a operação como trens TR controlados individualmente. Isto seria tipicamente realizado perto da localização de um mecanismo de comutação S, o qual permitiria a cada um dos trens TR assumirem rotas divergentes.

[049] A operação de desacoplamento pode ser iniciada pelo despacho central CD com novos limites de autorização de movimento enviados para ambas a locomotiva do trem líder TRL (ligação G) e a seguinte locomotiva do trem seguidor TRF (ligação F). O trem seguidor TRF seria proporcionado com um novo limite de autorização, o qual poderia sobrepor a posição do trem líder TRL. Contanto que haja uma sobreposição da autorização de movimento, ambos os trens TR continuariam as trocas de dados por meio de uma ou mais ligações de comunicação de par para par 24. O trem seguidor TRF manteria a distância segura de frenagem em relação a: tanto o final do trem líder TRL ou para o limite da autorização de movimento, qualquer que seja o menor. Quando o trem líder TRL completa totalmente o limite de autorização de movimento para o trem seguidor TRF, o processo de desacoplamento seria completado e cada um dos trens TR é operado independentemente. Neste ponto as ligações de comunicação de par para par 24 (ligações A e B) não seriam mais requeridas. Todavia, é visualizado que a continuação destas ligações de comunicação de par para par continuaria apenas no modo de transmissão para proporcionar uma funcionalidade de aviso de aproximação redundante.

[050] Desta maneira, a presente invenção proporciona um sistema de controle de trens com base em comunicações de curto intervalo de tempo entre trens consecutivos 10 que pode ser usado em uma variedade de situações e ambientes. Por exemplo, quando se referindo ao sistema de CBTC, tal como o Wabtec V-ETMS, cada uma das locomotivas incluiriam um banco de dados de ferrovia a bordo e utilizariam GPS

e outras entradas para uma auto localização própria no banco de dados da ferrovia. A locomotiva também subentende a sua consistência, seu comprimento, e ambos o serviço e a distância de frenagem de emergência como uma função de velocidade, ferrovia, e outros parâmetros. Adicionalmente aos dados de sensores de locomotiva, os dados de localização de GPS também podem ser recebidos a partir da unidade de final de trem 40 através de comunicações de rádio dos dados, ou comunicação via linha de fio para os trens TR ECP.

[051] Com referência a Wabtec V-ETMS, o approach de despacho pode ter como base as autorizações de movimento enviadas a partir do despacho central CD para cada um dos trens TR, as quais definem as seções de “bloco virtual” onde o trem TR tem a autorização para se mover. Em uma seção de bloco entre inter travamentos para “movimentos através” normais, isto tomaria a forma de proporcionar autorização para se mover até o próximo bloco ocupado. Conforme estabelecido acima, o sistema de controle de trem com base em comunicação de curto intervalo de tempo entre trens consecutivos 10 da presente invenção permite o despacho central CD conceder uma autorização de um “movimento seguinte” para permitir dois (ou mais) trens TR operarem como uma única unidade de controle, por exemplo, um trem virtual 28 através do bloco. Neste caso, o trem seguidor TRF é proporcionado com uma autorização para seguir o trem líder TRL a uma distância segura sem a necessidade de comunicações adicionais com o despacho central CD. Conseqüentemente, a partir de um ponto de vista de um despacho central CD e de um controle de progressão lateral, ambos os trens TR são considerados como um único longo trem da mesma maneira que os trens de Potência Distribuída, os quais são acoplados duramente.

[052] Outra vez, enquanto a descrição acima mencionada é focada no uso de dois trens, por exemplo, um trem líder TRL e um trem seguidor TRF, o mesmo conceito pode ser extenso a qualquer número de trens seguidor TRF onde os trens TR no meio atuam como seguidores para o seu líder e líderes para os trens imediatamente atrás deles. Uma vez que o despacho central CD estabeleça as autorizações apropriadas para

o trem líder TRL e para o trem seguidor TRF, uma rede de comunicações é estabelecida numa base local de par para par entre os trens TR para trocar dados de trens 26, conforme necessário, para manter uma segura separação de trens. Tal comunicação também pode ter como base ou pode ser suplementada através do uso de rádio comunicações nos trens DP entre as locomotivas líder e remota para manter uma operação segura.

[053] Adicionalmente, a presente invenção proporciona as ligações de comunicação de par para par 24 apropriadas para considerar o trem líder TRL e o trem seguidor TRF como “virtualmente” conectados, de tal maneira a serem tratados como um único e longo trem a partir do ponto de vista do despacho central CD e dos vários sistemas de controle de progressão lateral. A segurança é proporcionada pelo uso de múltiplos níveis de comunicações redundantes para confirmar as localizações e a distância de separação entre o trem líder e o trem seguidor TRF. Adicionalmente isto usar um processamento de segurança crítico, tal como pode ser suportado pelo sistema de computador de locomotiva Wabtec V-ETMS.

[054] Desta maneira, o sistema de controle de trens com base em comunicações de curto intervalo de tempo entre trens consecutivos 10 proporciona a habilidade de suportar operações de intervalo de tempo mais curto entre trens consecutivos entre trens TR com uma mínima infra-estrutura de solo (algo que acarreta na minimização de custos). Os sistemas de sinal de bloco fixo requerem a divisão em pequenas seções de bloco para suportar operações de trens de curto intervalo de tempo entre trens consecutivos, algo que não é viável para muitas operações de trens a longa distância. Os novos sistemas de controle de trem com base em comunicações incluindo o Wabtec V-ETMS na sua forma atual podem suportar a definição de “blocos virtuais” mais curtos para suportar operações de intervalo de tempo entre trens consecutivos mais curtos. Todavia, em um approach similar, tais sistemas de CBTC existentes colocam uma alta demanda na infra-estrutura de comunicação de despacho local para central, algo que pode acarretar em um aumento de custos com base na necessidade de uma cobertura de área de rede de dados por rádio completa, assim como um aumento na carga de

mensagens.

[055] Adicionalmente, a presente invenção proporciona uma funcionalidade de suporte para os sistemas de CBTC existentes com o resultado de uma capacidade de linha de ferrovia aumentada e com uma minimização da infra-estrutura de comunicações. Por exemplo, a cobertura de comunicação de escritório apenas seria necessária no caso de uma base de “cobertura no local exato” para suportar o estabelecimento da ligação inicial entre o trem líder TRL e o trem seguidor TRF. Uma vez que o trem líder TRL e o trem seguidor TRF são ligados como um grupo, as comunicações subseqüentes são proporcionadas em uma base de par para par entre os trens TR. Normalmente isto não requereria infra-estrutura de solo alguma exceto em áreas montanhosas ou túneis onde repetidores de progressão lateral 54 poderiam ser usados de uma maneira que é comumente aplicada a unidades de final de trem 40 e comunicações com potência rádio distribuída. Todavia, tais repetidores de progressão lateral 54 podem ser “independentes” e requerem um mínimo de suporte de infra-estrutura.

[056] Ainda adicionalmente, o sistema de controle de trens com base em comunicações de curto intervalo de tempo entre trens consecutivos 10 da presente invenção proporciona uma alternativa ao uso de trens com Potência Distribuída como um meio para aumentar a capacidade da rede. Dois trens com operação de curto intervalo de tempo entre trens consecutivos podem proporcionar um aumento de capacidade equivalente com um único trem com um “comprimento duplo” com potência distribuída. Todavia, em alguns casos, o tempo requerido para estabelecer uma ligação de um trem de DP, assim como separa o mesmo em terminais nega parte dos benefícios de capacidade. O sistema de controle de trens com base em comunicações de curto intervalo de tempo entre trens consecutivos 10 da presente invenção levaria menos tempo para estabelecer e para separar. Por exemplo, os mesmos já estão fisicamente separados e seriam mais práticos para operar em alguns casos onde DP não é algo prático para se aplicar. Adicionalmente, dois trens TR separados proporcionam mais flexibilidade em termos de: disponibilidade de desvio lateral, necessidade para suportar travessia de

estradas, e outras necessidades operacionais de ferrovias.

[057] Embora a invenção tenha sido descrita em detalhes com o propósito de ilustração com base naquilo que é atualmente considerado como sendo as mais práticas e preferidas realizações, também deve ser subentendido que tais detalhes são somente para esse propósito e que a invenção não é limitada as realizações reveladas mas, ao contrário, é intencionada para cobrir as modificações e os arranjos equivalentes que estão dentro do espírito e do escopo das reivindicações apensadas. Por exemplo, deve ser subentendido que a presente invenção contempla que, na extensão do possível, uma ou mais características de qualquer uma das realizações pode ser combinada com uma ou mais características de qualquer outra realização.

Reivindicações

1. Sistema de controle de trem compreendendo:

um dispositivo de comunicação (12) associado com pelo menos uma unidade de controle localizada sobre um primeiro trem; e

um dispositivo de comunicação (12) associado com pelo menos uma unidade de controle localizada sobre um segundo trem;

caracterizado pelo fato que pelo menos uma das unidades de controle (14, 18) do primeiro trem e do segundo trem é configurada para:

(i) receber, no dispositivo de comunicação (12) associado, um sinal de autorização (20) incluindo dados (22) suficientes para identificar um do primeiro trem e segundo trem como um trem líder (TRL) e o ou outro do primeiro trem e segundo trem como um trem seguidor (TRF).

(ii) estabelecer pelo menos uma ligação de comunicação de par para par (24) entre os dispositivos de comunicação (12, 16) do trem líder (TRL) e do trem seguidor (TRF); e

(iii) trocar dados (22) de trem entre o trem líder (TRL) e o trem seguidor (TRF) via a pelo menos uma ligação de comunicação de par para par (24).

2. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que o trem líder (TRL) e o trem seguidor (TRF) são designados como um trem virtual único.

3. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato que adicionalmente compreende pelo menos um dispositivo de progressão lateral (34) tendo pelo menos uma unidade de controle (36) configurada para seletivamente acionar um mecanismo de comutação (S), e pelo menos um dispositivo de comunicação (12) associado com pelo menos uma unidade de controle e configurado para receber dados (22) de trem associados com o trem virtual.

4. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que adicionalmente compreende um terceiro trem tendo pelo

menos uma unidade de controle (12, 16) em comunicação com um dispositivo de comunicação (12), no qual pelo menos uma das unidades de controle (14, 18) do primeiro trem, do segundo trem, do terceiro trem é configurada para:

receber, no dispositivo de comunicação (12) associado, um sinal de autorização (20) incluindo dados (22) suficientes para identificar um dos: primeiro trem e o segundo trem como um trem líder (TRL) e o terceiro trem como um trem seguidor (TRF).

estabelecer pelo menos uma ligação de comunicação de par para par (24) entre os dispositivos de comunicação (12, 16) do trem líder (TRL) e do trem seguidor (TRF); e

trocar dados (22) de trem entre o trem líder (TRL) e o trem seguidor (TRF) via a pelo menos uma ligação de comunicação de par para par (24).

5. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que adicionalmente compreende uma unidade de controle de despacho central (30) configurada para transmitir o sinal de autorização (20) via um dispositivo de comunicação (12).

6. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que adicionalmente compreende:

uma unidade de final de trem posicionada em um vagão ferroviário traseiro do trem líder (TRL) e compreendendo uma unidade de controle e um dispositivo de comunicação (12);

uma unidade de trem da frente posicionada na locomotiva do trem líder (TRL) e compreendendo uma unidade de controle e um dispositivo de comunicação (12);

uma unidade de final de trem posicionada em um vagão ferroviário traseiro do trem seguidor (TRF) e compreendendo uma unidade de controle e um dispositivo de comunicação (12); e

uma unidade de trem da frente posicionada em uma locomotiva do trem seguidor (TRF) e compreendendo uma unidade de controle e um dispositivo de comunicação (12);

no qual o dispositivo de comunicação (12) da unidade de final de trem do trem líder (TRL) está em comunicação com o dispositivo de comunicação (12) da unidade de trem da frente do trem líder, e o dispositivo de comunicação (12) da unidade de final de trem do trem seguidor (TRF) está em comunicação com o dispositivo de comunicação (12) da unidade de trem da frente do trem seguidor (TRF).

7. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato que os dados (22) de trem são transmitidos por meio de uma ligação de comunicação de par para par (24) estabelecida entre o dispositivo de comunicação (12) da unidade de trem da frente do trem líder (TRL) e o dispositivo de comunicação (12) da unidade de trem da frente do trem seguidor (TRF).

8. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato que os dados (22) de trem compreendem pelo menos um dos seguintes: dados de identificação, dados de ferrovia, dados físicos dos trens, dados de operação dos trens, dados de localização dos trens, dados de localização da unidade de final de trem, velocidade, dados previsíveis, dados de divisão, dados de frenagem de emergência, dados de ligação de comunicação, ou qualquer combinação dos mesmos.

9. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato que os dados (22) de trem são transmitidos por meio de uma ligação de comunicação estabelecida entre o dispositivo de comunicação (12) da unidade de final de trem do trem líder (TRL) e o dispositivo de comunicação (12) da unidade de trem da frente do trem seguidor (TRF).

10. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato que os dados (22) de trem compreendem pelo menos um dos seguintes: dados de identificação, dados de ferrovia, dados físicos dos trens, dados de operação dos trens, dados de localização dos trens, dados de localização da unidade de final de trem, velocidade, dados previsíveis, dados de divisão, dados de frenagem de emergência, dados de ligação de comunicação, ou qualquer combinação dos mesmos.

11. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 9,

caracterizado pelo fato que pelo menos uma unidade de controle é configurada para calcular uma distância segura de frenagem entre o trem líder (TRL) e o trem seguidor (TRF).

12. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato que os cálculos têm como base pelo menos em parte, pelo menos um dos seguintes: dados de distância de frenagem de serviço total do trem seguidor (TRF), um fator de segurança, dados de velocidade, um fator de segurança do trem virtual, dados de ligação de comunicação ou qualquer combinação dos mesmos.

13. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que pelo menos uma unidade de controle é configurada para receber um sinal de desacoplamento incluindo dados (22) suficientes para separar o trem líder (TRL) e o trem seguidor (TRF).

14. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que o dispositivo de comunicação (12) do primeiro trem e do segundo trem é um rádio transceptor e a pelo menos uma ligação de comunicação de par para par (24) é uma ligação de rádio.

15. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que os dados (22) de trem são transmitidos pelo menos com base em uma das seguintes: dinamicamente, periodicamente, repetitivamente, distância percorrida, emergência, ou em qualquer combinação das mesmas.

16. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que os dados (22) de trem compreendem pelo menos um dos seguintes: dados de identificação, dados de ferrovia, dados físicos dos trens, dados de operação dos trens, dados de localização dos trens, dados de localização da unidade de final de trem, velocidade, dados previsíveis, dados de divisão, dados de frenagem de emergência, dados de ligação de comunicação, ou qualquer combinação dos mesmos.

17. Sistema de controle de trem compreendendo:

uma unidade de controle de despacho central (30) tendo um dispositivo

de comunicação (12) e configurado para transmitir um sinal de autorização (20);

um dispositivo de comunicação (12) associado com pelo menos uma unidade de controle de um primeiro trem; e

um dispositivo de comunicação (12) associado com pelo menos uma unidade de controle de um segundo trem;

caracterizado pelo fato que pelo menos uma das unidades de controle (14, 18) do primeiro trem e do segundo trem é configurada para:

(i) receber, no dispositivo de comunicação (12) associado, um sinal de autorização (20) incluindo dados (22) suficientes para identificar um dos: primeiro trem e o segundo trem como um trem líder (TRL) e ou outro dos: primeiro trem e do segundo trem como um trem seguidor (TRF).

(ii) estabelecer pelo menos uma ligação de comunicação de par para par (24) entre os dispositivos de comunicação (12, 16) do trem líder (TRL) e do trem seguidor (TRF); e

(iii) trocar dados (22) de trem entre o trem líder (TRL) e o trem seguidor (TRF) via a pelo menos uma ligação de comunicação de par para par (24).

18. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato que o sinal de autorização (20) é transmitido para o dispositivo de comunicação (12) de ambos o primeiro trem e o segundo trem.

19. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato que a unidade de controle de despacho central (30) designa o trem líder (TRL) e o trem seguidor (TRF) como um trem único virtual.

20. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato que o dispositivo de comunicação (12) da unidade de controle de despacho central (30) transmite pelo menos uma autorização de movimento para o trem líder, a pelo menos uma autorização de movimento direcionada para movimentar o trem virtual.

21. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 19,

caracterizado pelo fato que adicionalmente compreende pelo menos um dispositivo de progressão lateral (34) tendo pelo menos uma unidade de controle configurada para seletivamente acionar um mecanismo de comutação (S) e pelo menos um dispositivo de comunicação (12) associado com pelo menos uma unidade de controle e configurado para receber dados (22) de trem associados com o trem virtual.

22. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato que o dispositivo de comunicação (12) da unidade de controle de despacho central (30) transmite um sinal de desacoplamento incluindo dados (22) suficientes para separar o trem líder (TRL) e o trem seguidor (TRF).

23. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato que o sinal de desacoplamento inclui pelo menos um dos seguintes: dados de identificação, dados de ferrovia, dados (22) de trem, dados de limite de autorização, dados de autorização de movimento, ou qualquer combinação dos mesmos.

24. Sistema de controle de trem de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato que adicionalmente compreende pelo menos um repetidor de progressão lateral (34) configurado para facilitar a ligação de comunicação de par para par (24) em localizações específicas da ferrovia.

25. Unidade de controle de trem embarcada, compreendendo um dispositivo de comunicação (12) configurado para enviar e para receber sinais e pelo menos um computador tendo um meio de leitura de computador tendo instruções armazenadas no mesmo, caracterizada pelo fato que quando referidas instruções são executadas por um processador elas fazem com que o processador:

(i) receba no dispositivo de comunicação (12), um sinal de autorização (20) incluindo dados (22) suficientes para identificar um do primeiro trem e do segundo trem como o trem líder (TRL) e o outro do primeiro trem e do segundo trem como o trem seguidor (TRF).

(ii) estabeleça pelo menos uma ligação de comunicação de par para par

(24) entre o dispositivo de comunicação (12) do trem com um dispositivo de comunicação (12) de um outro trem; e

(iii) troque dados entre o trem e o outro trem via a pelo menos uma ligação de comunicação de par para par (24).

26. Unidade de controle de trem embarcada de acordo com a reivindicação 25, caracterizada pelo fato que a unidade está em comunicação com ou está integrada com pelo menos uma das seguintes: uma unidade de final de trem, uma unidade de trem da frente, um controlador de bordo, ou qualquer combinação das mesmas.

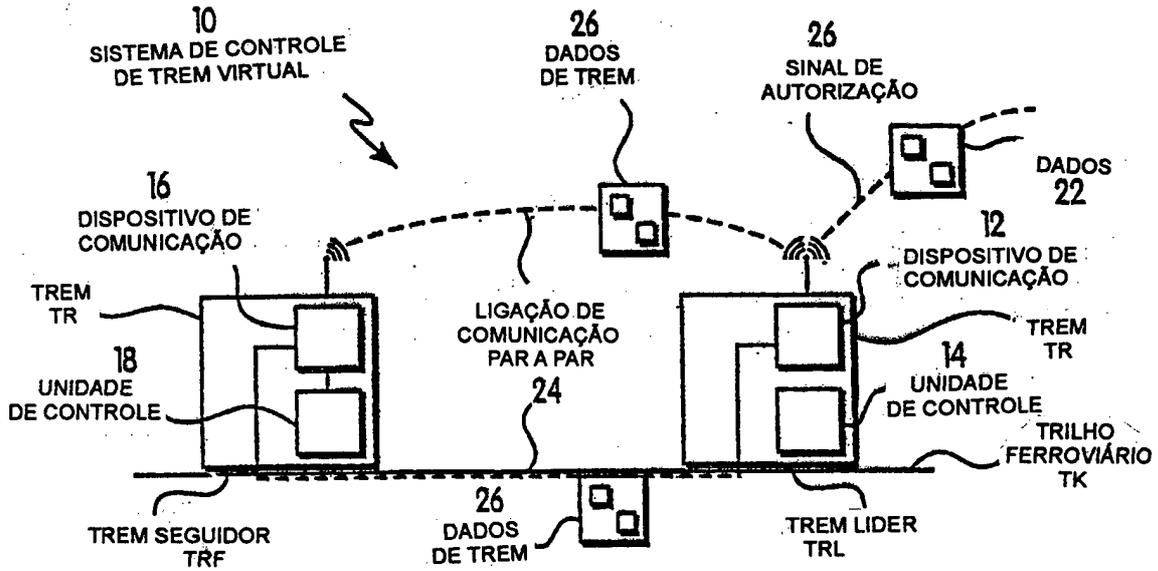


Fig. 1

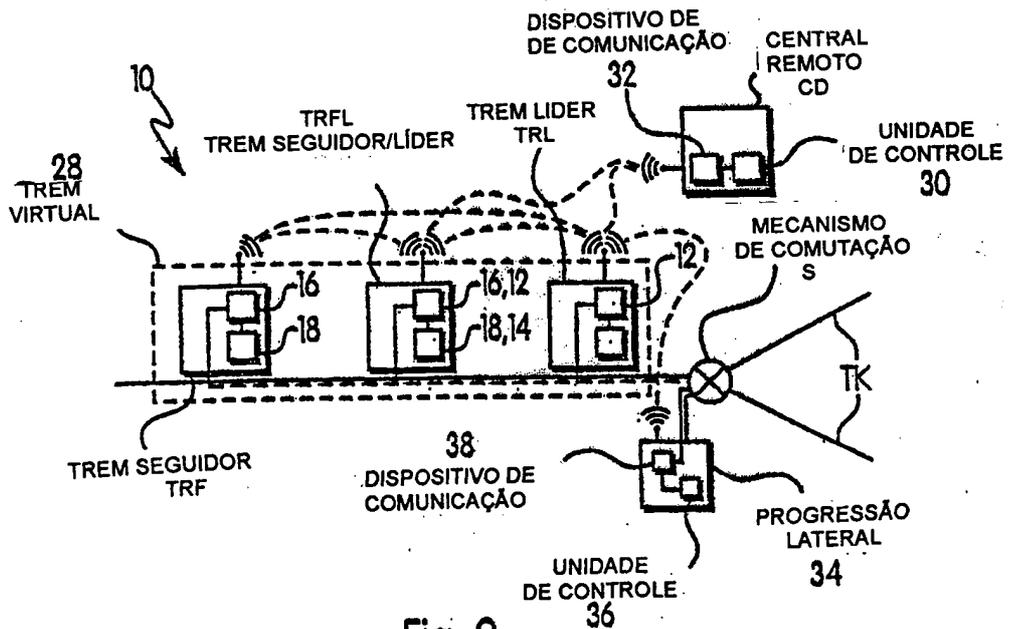


Fig. 2

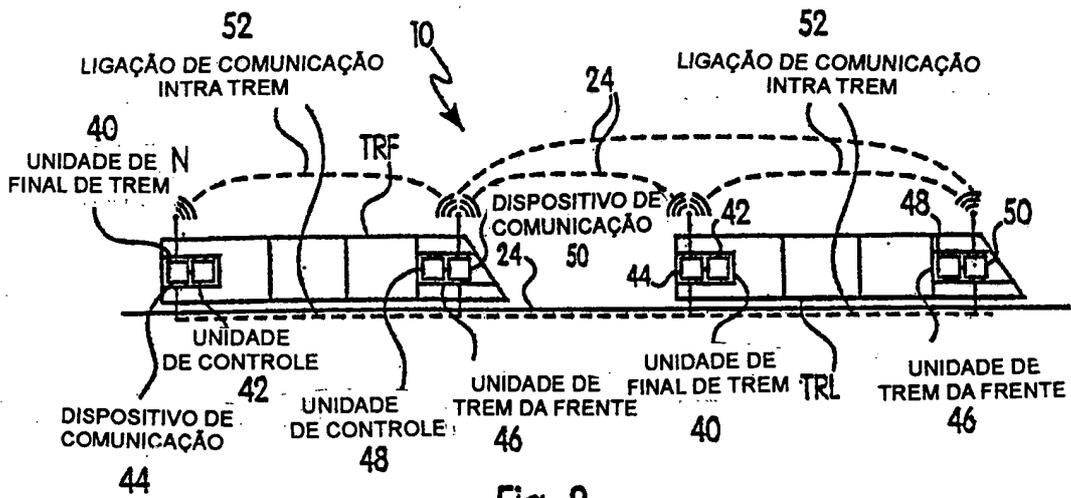


Fig. 3

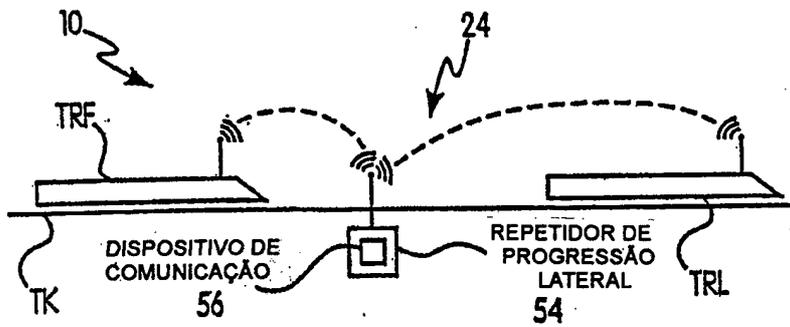


Fig. 4

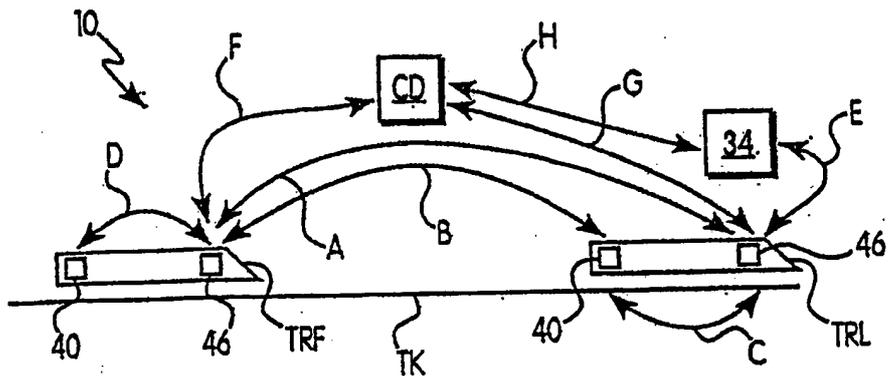


Fig. 5