



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

(21) **PI0613210-3 A2**

(22) Data de Depósito: 07/06/2006  
(43) Data da Publicação: 28/12/2010  
(RPI 2086)



(51) **Int.Cl.:**  
**B61C 17/12**  
**B60L 15/32**  
**G05B 13/02**

(54) Título: **SISTEMA E MÉTODO PARA O MANUSEIO MELHORADO DE TREM E PARA O CONSUMO DE COMBUSTÍVEL**

(30) Prioridade Unionista: 08/06/2005 US 11/148,815

(73) Titular(es): GENERAL ELECTRIC COMPANY

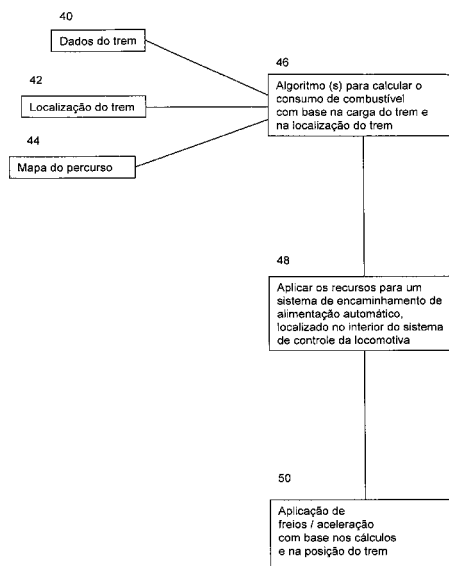
(72) Inventor(es): Daniel Ballesty, Glenn R. Shaffer, Wolfgang Daum

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

(86) Pedido Internacional: PCT US2006022146 de 07/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/133306 de 14/12/2006

(57) Resumo: Sistema e método para o manuseio melhorado de trem e para o consumo de combustível. Um método para que se venha a efetuar o controle da operação de uma via férrea, a qual possui uma composição ferroviária, composição a qual é constituída por uma ou mais locomotivas férreas, para que se melhore a eficiência no consumo de combustível do grupo de locomotivas motrizes, o método incluindo o ato de se efetuar, a bordo do grupo de locomotivas motrizes, do cálculo de uma carga para o trem o qual se encontra em movimento, movido pelo conjunto de locomotivas motrizes, tendo como base a medição do movimento do trem, tendo como base a resposta do trem ao ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes, e do efetuar a bordo do conjunto de locomotivas motrizes uma identificação da posição na qual o trem se encontra, para o dado momento no tempo, do efetuar a identificação a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, de uma alteração no percurso, antes de que o trem chegue a essa alteração de condição no percurso, e de se efetuar a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, o ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes, para que venha a se otimizar o consumo de combustível do conjunto de locomotivas motrizes, com base na carga a qual foi calculada para o trem, na medida em que o trem se aproxima da alteração na condição do percurso.



## **Sistema e método para o manuseio melhorado de trem e para o consumo de combustível.**

### **ANTECEDENTES DA PRESENTE INVENÇÃO**

A presente invenção se encontra relacionada às operações de locomotivas, e de uma maneira ainda mais em específico, a um sistema e a um método para que, de forma autônoma, se possa efetuar a melhoria no manuseio e para o consumo de combustível, quando se encontram alterações no terreno, para o percurso.

Dependendo do nível de experiência a qual o condutor do trem venha a possuir, a sua dedicação, e mesmo a forma com a qual ele vem a se sentir em um dia em determinado, o manuseio de um trem ferroviário irá se mostrar diferente entre os diferentes operadores, os quais por sua própria vez irão trazer como resultado as diferenças para a taxa de consumo de combustível nas missões para as quais é designado o trem, e da mesma forma como na diferenças das forças para o trem. Assim, por exemplo, um operador o qual venha a possuir habilidade e destreza, e o qual é dedicado de uma maneira bem aguçada, e atencioso, irá com certeza ser mais familiar com o percurso dos trilhos ferroviários, e desta forma irá prever com antecipação as alterações para as rampas e para as curvas, antes de que estas alterações venham a ser encontradas, e então venha a efetuar a diminuição da velocidade (ou a desaceleração) ou então o incremento da velocidade (ou a aceleração), do trem, como uma antecipação para essas referidas mudanças do percurso. Isto irá trazer como resultado, em uma operação a qual será mais suave para o trem, da mesma forma em que irá acarretar em uma queima de uma menor quantidade de combustível no decorrer da missão, de quando se vem a efetuar a comparação com um operador o qual não venha a estar familiarizado com o percurso em questão e as suas características.

Apesar do fato de que outros sistemas podem vir a ser encontrados, no presente momento, estes sistemas para que se auxilie o operador de trem no minimizar do consumo de combustível da missão, tais sistemas, de uma maneira bem típica, irão requerer a gravação de dados com relação ao desempenho para o manuseio, para que em um momento posterior, venham a fazer o processamento o qual irá auxiliar no processo de definição de qual é a melhor forma de se minimizar o uso de combustível, o qual é destinado a execução da dada missão. Tais sistemas normalmente não são capazes de efetuar o processamento que é necessário para os dados, para que se venha a efetuar a contabilização de outros fatores externos, e em tempo real, fatores estes tais como o clima, enquanto que o trem se encontra em movimento.

### **BREVE DESCRIÇÃO DA PRESENTE INVENÇÃO**

Para que venha a se atingir esta finalidade, um método, um sistema e código de software se fazem necessários, para que se permita com que se execute a avaliação da situação, a bordo, e para que venha a se determinar a velocidade

do trem, na medida em que ele passa a se aproximar de uma alteração para a condição do percurso, no qual a tal informação é então usada para que se efetue o ajuste da velocidade do trem, para que se melhore a eficiência no consumo de combustível no manuseio do trem. Em uma das formas preferenciais de realização, a presente invenção

5 irá ser direcionada para um processo para a auto-aprendizagem e a auto-correção do sistema. Em uma outra das formas preferenciais de realização, através do auto-aprendizado, a interação a qual ocorre com o operador pode vir a ser requerida para que venha a se implementar a presente invenção. Desta forma, a presente invenção irá apresentar um método, um sistema, e um software para o uso por meio de um

10 computador, para que se venha a controlar as operações de um trem ferroviário, o qual possui um grupo de locomotivas motrizes, o qual é composto por uma ou mais locomotivas ferroviárias, e para que venha ser melhorado a eficiência com relação ao combustível, no conjunto de locomotivas motrizes. O referido método compreende o efetuar do cálculo, a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, de uma carga para o

15 referido trem, o qual se encontra em movimento, por meio do conjunto de locomotivas motrizes, tendo como base a medição do movimento do trem, como uma resposta aos ajustes para a potência do conjunto de locomotivas motrizes. O método irá adicionalmente compreender que se faça a determinação, a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, da localização para aquele dado momento no tempo, do trem. A

20 identificação, a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, de uma mudança na condição do referido percurso, com anterioridade em relação ao momento no qual o trem deve se avizinhar da referida mudança das condições do percurso, também se constitui como uma parte integrante do método, o qual é aqui ensinado. O método também inclui o efetuar do ajuste, a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, do ajuste para a

25 potência do conjunto de locomotivas motrizes, para que venha a se otimizar o consumo para o combustível do conjunto de locomotivas motrizes, tomando como base a referida carga a qual foi calculada para o referido trem na medida em que o referido trem passe a se aproximar da referida alteração na condição do percurso.

O sistema irá compreender um dispositivo para que se

30 venha a fazer a determinação da posição, um banco de dados o qual irá possuir o perfil do percurso, percurso o qual irá compreender elementos como: o terreno e os dados sobre os contornos do percurso ferroviário, e um processador o qual irá compreender um algoritmo para que se venha a calcular uma carga para o referido trem, e um algoritmo de alimentação para a frente, para que se venha a determinar ao menos um elemento

35 entre os seguintes: uma taxa para a aceleração, ou então uma taxa para a desaceleração para o referido trem, e com base na referida carga a qual foi calculada, e o terreno que está por vir de um percurso ferroviário. As mudanças nas condições do percurso virão a ser definidas a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, e o ajuste

para a potência do conjunto de locomotivas motrizes irá então ser ajustado para que se venha a otimizar o consumo para o combustível do conjunto de locomotivas motrizes, tendo como base a carga a qual já foi calculada para o trem, na medida em que este se aproxima da alteração na condição do percurso.

Já o código de software para computador irá compreender um modulo de software para que venha a ser efetuado o cálculo de uma carga para o trem o qual se encontra em movimento, movimento este gerado por meio do conjunto de locomotivas motrizes, e com base na medição do movimento do trem, como sendo uma resposta ao ajuste do ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes. Um módulo de software para que se venha a determinar as condições que devem vir, para o percurso, em antecedência à chegada do trem à condição de alteração do percurso, também virá a ser fornecido. O código de software também possui um módulo de software para que se venha a calcular ao menos um elemento entre os seguintes: uma taxa para a aceleração ou uma taxa para a desaceleração para o referido trem, para que venha a se otimizar o consumo para o combustível tendo como base a carga a qual foi calculada, e a alteração que está por vir, na condição do percurso.

O efeito técnico, é o de se poder proporcionar o módulo de software o qual é capaz de efetuar o processamento de dados com relação ao trem, e que se use tal informação para que venha se melhorar a eficiência de manuseio no consumo de combustível, por meio do ajuste da velocidade do trem, em anterioridade ao momento de se alcançar as alterações no percurso da ferrovia.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As características e as vantagens da presente invenção irão se tornar mais claras, a partir das seguintes e detalhadas descrição as quais são feitas para a presente invenção, e quando lidas em conjunto com os desenhos os quais acompanham este presente trabalho, no qual:

- A figura 1 apresenta um diagrama de blocos, em uma locomotiva, de elementos os quais são exemplares da presente invenção;
- A figura 2 apresenta um diagrama de blocos de uma visão geral dos passos os quais são exemplares da presente invenção;
- A figura 3 apresenta um diagrama o qual ilustra os valores os quais são exemplares de combustível versus a potência para uma locomotiva;
- A figura 4 apresenta um diagrama de fluxos o qual ilustra os passos os quais são exemplares da presente invenção; e
- A figura 5 apresenta um diagrama de fluxos o qual ilustra os elementos os quais são exemplares de código de software os quais são exemplares da presente invenção.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA PRESENTE INVENÇÃO

Fazendo-se referência às figuras que foram mencionadas,

as formas preferenciais de realização da presente invenção virão a ser descritas, deste ponto em diante. Antes de que se venha a fazer a descrição em detalhes do sistema em particular e do método, deve vir a ser observado que a presente invenção reside, de uma forma primária, em uma nova combinação de componentes e passos os quais em consequência disto irão advir. Da mesma forma, o sistema e os passos do método irão ser representados por meio de elementos convencionais nos desenhos, aonde virão a ser exibidos somente aqueles detalhes em específico, os quais são pertinentes a presente invenção, de tal forma a não obscurecer a presente apresentação, com detalhes de estrutura, os quais irão se tornar aparente, de forma imediata, para todos aqueles indivíduos os quais venham a possuir fluência na arte, com o benefício das descrições as quais aqui se encontram. De uma forma adicional, a fraseologia, bem como a terminologia as quais virão a ser aqui empregadas, são somente com o propósito de apresentar a descrição, e portanto não devem vir a serem tomadas com relação aos, ou imposições dos, seus limites. Em direção a este fim, os termos os quais venham a serem usados no singular, devem também vir a ser entendidos como de abrangência tal, que venham a englobar o termo da mesma forma como que se estivesse sendo usado em sua forma plural. Este mesmo processo de raciocínio também se aplica no seu sentido inverso. Assim, por exemplo, quando do uso do termo "invenção", deve vir a ser entendido como também possuindo o significado do termo "invenções", e quando do uso do termo "invenções", também deve vir a ser entendido como também possuindo o significado do termo "invenção".

Uma referência geral a uma locomotiva também é usada por toda a extensão do presente trabalho. A presente invenção pode vir a ser aplicada a todos os tipos de locomotivas, o que irá incluir, mas não se encontrará somente limitado a: as locomotivas diesel, as locomotivas elétricas, aos sistemas híbridos, o que irá incluir, mas não se encontrará somente limitado a: os sistema diesel-elétricos, os sistema diesel-hidráulicos e os sistema hidráulico-elétricos. Da mesma forma, o uso para o termo ajuste para a potência é usado de uma forma genérica, uma vez que vários sistemas de direção podem vir a ser usados, tendo como base o tipo da locomotiva, tal como, mas não se encontrará somente limitado a: as direções mecânicas e as direções hidráulicas. Com base no sistema de direção e no tipo da locomotiva, todos aqueles indivíduos os quais venham a possuir fluência na arte, irão reconhecer que a velocidade para uma locomotiva é estabelecida de uma forma diferente de outros tipos de direção e de locomotivas.

A figura de número 1 apresenta uma ilustração a qual é exemplar de uma locomotiva 5. Em um trem ferroviário, uma ou mais locomotivas 5 podem vir a ser partes do referido trem, no qual as locomotivas devem vir a ser consideradas como um conjunto de locomotivas motrizes. A figura de número 1 também

ilustra representações de diagramas de blocos de elementos exemplares da presente invenção. Apesar do fato que a exibição apresenta como localizados em uma única locomotiva 5, os referidos elementos podem vir a ser localizados em outras partes do trem, ou ainda em outras locomotivas, as quais se encontram dentro do conjunto de locomotivas motrizes. Também é ainda possível, que os elementos não venham a ser de nenhuma forma localizada em um único elemento da composição, ou da locomotiva 5. Em outras palavras, os elementos podem vir a ser localizados em diversas partes as quais pertençam ao trem, e conectados para que mesmo desta forma, possam vir a executar as funções designadas pela presente invenção.

Como é adicionalmente ilustrado por meio da figura de número 1, um dispositivo para a determinação da posição 12 é fornecido no trem. Este dispositivo se encontra conectado a um processador 14. Um banco de dados de perfil do percurso 16 irá incluir informações tais como o terreno e os dados que se referem ao contorno, sobre um percurso ferroviário 17. Um dispositivo de memória para que se venha a efetuar o armazenamento 26 é fornecido para que venha a se efetuar os armazenamentos, tanto sob uma forma que é temporária, quanto quando para os longos períodos de tempo, para os dados os quais irão ser fornecidos, ou então que virão a ser calculados por meio do referido processador 14, para o uso durante a operação para o dado momento do trem, ou então para o uso durante uma operação a qual venha a ocorrer em momento posterior. Os dispositivos que se encontram disponíveis para a coleta da operação do trem 30, também virão a ser fornecidos no trem, e se encontram conectados ao processador 14. Os dispositivos para a coleta da operação do trem 30 se encontram em operações para que se possa determinar, mas não estar somente limitado a determinação de: a velocidade de identificação (chamada), a potência de tração, o ajuste para a tubulação de frenagem, a velocidade, o ajuste para a potência e o consumo para o combustível, e a taxa para a aceleração e a taxa para a desaceleração do trem. A informação a qual é adquirida pode vir a ser usada pelos algoritmos 20, 21, 28, os quais irão ser discutidos abaixo, para que se ajude a garantir uma temporização com maior precisão, de quando se deve acelerar, ou então, de quando se deve desacelerar o trem.

O processador possui um certo número de algoritmos 20, 21, 28 os quais vem a ser processados por meio do processador 14. Um algoritmo 20 é fornecido para que se efetue o cálculo da carga do trem. Um outro algoritmo 21 virá a ser fornecido como o algoritmo de alimentação para a frente, o qual irá determinar a taxa para a aceleração, ou então a taxa para a desaceleração do trem, tendo como base a carga a qual foi calculada, e tendo em vista o terreno o qual se aproxima e o contorno do percurso ferroviário. Um terceiro algoritmo 28 que é disponível pode vir a ser usado como o que define a precisão para um valor de carga o qual foi calculado. Isto pode vir a ser obtido por meio do cálculo de um segundo valor para a carga do trem, e a primeira carga

a qual foi calculada versa sobre o segundo cálculo. Exemplos para a técnica a qual foi discutida para os algoritmos acima incluem, mas não estarão somente limitados as expansões para a série de Taylor as quais dependem do tempo, ou então da variação do tempo. Todo aquele indivíduo o qual vem a possuir fluência na arte irão perceber que tais algoritmos, com o uso dos filtros Kalman podem vir a ser usados, uma vez que eles fazem o suporte de estimativas de estado passadas, presentes e mesmo futuras, mesmo quando a natureza precisa do sistema o qual se encontra em modelagem não é de conhecimento.

Em uma das formas preferenciais de realização, uma certa carga vem a ser assumida e / ou se encontra disponível, e então um cálculo é efetuado com o uso de um terceiro algoritmo 28, o qual tem como base os dados os quais foram anteriormente armazenados no dispositivo de memória para o armazenamento 26, o que irá incluir um horário e uma localização, para quando o trem irá atravessar por sobre um percurso específico do percurso ferroviário 17. O segundo cálculo é então comparado com o valor original para a carga, e a carga para o dado momento a qual é usada para cálculo adicional é então ajustada de acordo. Em uma outra das formas preferenciais de realização, o tempo de início e a localização de início do trem vem a ser comparadas com uma certa localização pela qual o trem já passou. Tomando-se esta informação e incluindo-se a informação a qual pertence a um ajuste para a potência da locomotiva 5 durante esse referido intervalo de tempo, uma carga vem a ser calculada. Este valor para a carga é então comparado com o valor original obtido para a carga, e que atualmente se encontra em uso pela presente invenção e o valor para a carga a qual é usada para presente invenção vem a ser ajustado de acordo.

A figura de número 2 exibe um diagrama de blocos para uma visão geral de blocos exemplares, os quais contêm os passos exemplares da presente invenção. A informação do trem (dados para o trem) 40, especialmente com relação ao grupo de locomotivas motrizes, é colecionado por meio do dispositivo para a coleta da operação do trem 30. A localização do trem (localização do trem) 42 deve vir a ser determinada. A localização pode vir a ser determinada com, mas não estando somente limitada ao uso de um sistema GPS a bordo, um contador de quilometragem passada o qual faz parte do sistema de controle de locomotiva, por meio de sistemas de acompanhamento e / ou por meio de outras locomotivas as quais pertencem ao conjunto de locomotivas motrizes. Um mapa para o percurso 44 é também fornecido, de tal forma que a localização do trem pode vir a ser identificada. O mapa irá incluir, mas não estará somente limitado a informações tais como as rampas de subida, as rampas de descida, as curvas, as localizações rurais, de cidade e residencial (para o caso no qual certos limites para a velocidade venham a ser aplicados).

Um algoritmo, ou então diversos algoritmos, é usado para

que se venha a calcular a taxa para o consumo do combustível 46. As taxas para o consumo do combustível vem a ser calculadas com base na carga do trem e na localização do trem. Os dados os quais são colecionados são então correlacionados com a localização do trem. Em uma das formas preferenciais de realização, uma carga do trem vem a ser calculada com base na identificação para a velocidade e para o tempo no qual o trem efetua a travessia de uma certa extensão do percurso. Em uma outra das formas preferenciais de realização, com o uso da identificação para a velocidade e a alteração na potência para a tração versus a rampa e a fricção, um valor aproximado para a carga do trem pode vir a ser calculado. A fricção para o percurso do trem e a fricção em curva do trem também podem vir a ser determinadas onde a velocidade do trem e a potência para a tração são colecionadas, tomando-se como base as condições para o percurso e usadas para que se venha a determinar a carga do trem. Em ainda uma outra das formas preferenciais de realização, no qual os parâmetros para o percurso venham a ser desconhecidos, a fricção e a força do vento, o total para o combustível o qual vem a ser consumido durante os modos de motorização, e os quais irão resultar nas mudanças para a velocidade do trem, vem a ser usados em conjunto com o consumo específico de combustível (SFC – *specific fuel consumption*) por cavalo força para a locomotiva, para que se venha a calcular a carga do trem. Uma tabela a qual vem a ilustrar os valores os quais são típicos e exemplares do combustível 33 versus os cavalos de força 35 e o consumo específica de combustível 37 para uma locomotiva 5 vem a ser fornecido por meio da figura de número 3. Este diagrama 31 também vem a identificar estes valores, tendo como base uma velocidade de identificação da locomotiva. Os cálculos que são resultantes para a carga vem a ser usados para que se determine a aceleração e a desaceleração, tendo como base as alterações que se encontram pendentes para o percurso da via férrea. De uma forma preferível, uma avaliação inicial para a carga vem a ser calculada durante o processo de aceleração inicial, e vem a ser usada como a entrada inicial para a otimização da missão.

Os cálculos que são resultantes, são então fornecidos a um sistema de controle da locomotiva 48, para que venha a se controlar como o trem irá agir, na medida em que ele faça a sua aproximação de certo percurso da via férrea. Por meio da aproximação, o trem pode executar uma abordagem à alteração na condição do percurso ferroviário, e encontrando as alterações nas condições do percurso e/ou as alterações as quais já foram encontradas nas condições do percurso. De uma forma ainda mais específica, os cálculos os quais vem a ser feitos são então comparados contra o desempenho para a missão a qual se encontra em curso naquele dado momento. Tendo como base os cálculos e a localização do trem, ou o trem mantém a sua velocidade constante, ou os freios irão ser aplicados para que se venha a reduzir a velocidade do trem, ou ainda então o trem vem a ser acelerado 50.



Para que se possa, de maneira adicional, definir a taxa de aceleração ou a taxa de desaceleração a qual venha a ser a apropriada, um dispositivo para a coleta das condições meteorológicas 25 também irá se encontra a bordo do trem. Este referido dispositivo irá incluir um aparelho para que se venha a determinar as

5 condições meteorológicas presentes para o dado momento no tempo, aquelas as quais o trem está passando por aquele determinado momento, e mesmo as condições no percurso curto, o qual o trem se encontra naquele dado momento do tempo, em travessia. Tais condições meteorológicas incluem, mas não se encontram somente limitadas as condições do vento, a chuva e a neve.

10 Em mais uma outra das formas preferenciais de realização, as condições da meteorologia vem a ser enviadas para um despachante, em uma localização a qual se encontra remota, tal como, mas não se encontrando somente limitada a uma estação ferroviária. Em ainda uma outra das formas preferenciais de realização, as condições para a meteorologia vem a ser descarregadas (download), tal

15 como, por exemplo, por meio de conexão de comunicação sem fio à Internet. Em uma outra das formas preferenciais de realização, uma câmera local a qual se encontra colocada sobre o trem, pode proporcionar imagens visuais das condições meteorológicas as quais se encontram em testemunho, em uma outra das formas preferenciais de realização, qualquer um dos número das abordagens de cima vem a ser utilizadas. Os

20 dados com relação as condição da meteorologia são fornecidos ao processador no qual o algoritmo de alimentação para a frente irá usar estes dados para que possa agir, de uma forma que é mais precisa, calcular a taxa para a aceleração, ou então a taxa para a desaceleração para o conjunto de locomotivas motrizes.

A figura de número 4 apresenta um diagrama de fluxos o

25 qual vem a ilustrar os passos que são exemplares, da presente invenção, para que venha a se implementar a melhoria na eficiência para o consumo do combustível. Da forma como é ilustrada, um cálculo para a carga do trem deve vir a ser executado, ao passo 52. Isto pode vir a ser calculado tendo com base na medição do movimento do trem, em resposta ao ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes. Uma

30 localização para o dado momento do trem deve vir a ser determinada, ao passo 54. Na medida em que o trem se movimenta, as mudanças nas condições do percurso devem vir a ser identificadas de forma anterior à chegada do trem destas localizações no percurso do trem, ao passo 56. Da forma como vem a ser discutida acima, tais alterações nas condições do percurso irão incluir, mas não estarão somente limitadas as

35 rampas de subida, as rampas de descida, as curvas e as localizações rurais as cidades e as residenciais. O ajuste para a potência do grupo de locomotivas motrizes é ajustado para que se venha a otimizar o consumo de combustível, tendo como base a carga a qual foi calculada para o trem, na medida em que o trem venha a se aproximar das

mudanças nas condições do percurso, ao passo 58. Em uma das formas preferenciais de realização, todas estas funções descritas deverão vir a ser executadas a bordo do trem.

A figura de número 5 traz uma ilustração de elementos de código de software que são exemplares para a presente invenção, e para que se venha a  
5 melhorar a eficiência no consumo do combustível, de um trem ferroviário, no qual o trem tenha ao menos um computador em uma locomotiva, ou então em um conjunto de locomotivas motrizes. Assim sendo, para todos aqueles indivíduos os quais vem a possuir proficiência na arte, será facilmente perceptível que o código de software não irá necessitar de residir em um único computador, mas diferentes códigos podem vir a ser  
10 uma parte de diversos computadores, os quais se encontram interconectados em rede, entre eles, de tal forma a poder oferecer o mesmo resultado que em um único computador, o qual irá possuir todas as partes do código. Além do mais, para todos aqueles indivíduos os quais vem a possuir proficiência na arte, será facilmente perceptível que apesar do fato de que apenas três módulos vêm a ser ilustrados, esses referidos módulos podem vir a ser separados em mais módulos e/ou podem vir a ser  
15 combinados em uma quantidade menor de módulos.

Um módulo de software 60 é fornecido para que se venha a calcular a carga do trem, tendo como base a medição para a movimentação do trem, como sendo uma resposta ao ajuste para a potência do conjunto de locomotivas  
20 motrizes. Um outro módulo de software 62 irá definir a condição que está por vir, para o percurso, em anterioridade à chegada do trem desta referida alteração para a condição do percurso. Um terceiro módulo de software 64 irá determinar a taxa para a aceleração, ou então a taxa para a desaceleração para o trem, de tal forma a que venha se otimizar o consumo para o combustível, tendo como base a carga a qual foi calculada, e a  
25 alteração nas condições por vir para o percurso.

Enquanto que a presente invenção tenha vindo a ser descrita no que atualmente vem a ser considerado como sendo uma forma preferencial de realização, diversas variações e modificações irão se tornar aparentes para todos aqueles indivíduos os quais vem a possuir proficiência na arte. Da mesma forma,  
30 pretende-se que a presente invenção não se encontre limitada às formas de realização as quais são apenas ilustrativas, mas que venha a ser interpretada dentro de todo o seu espírito e escopo, das reivindicações as quais se seguem.

### Reivindicações

1. Método para o controle da operação de um trem ferroviário, o qual possui um conjunto de locomotivas motrizes o qual é composto por uma ou mais locomotivas ferroviárias, para que se melhore a eficiência com relação ao combustível do conjunto de locomotivas motrizes, o referido método compreendendo:

- efetuar-se o cálculo a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, de uma carga para o referido trem, o qual se move por meio do conjunto de locomotivas motrizes, tomando como base a medição do movimento do trem, sendo este uma resposta aos ajustes para a potência do grupo de locomotivas motrizes;

- determinar-se a bordo do conjunto de locomotivas motrizes a localização atual do trem; Identificar-se a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, de uma alteração no referido percurso, antes que o trem atinja a referida alteração na condição do percurso; e

- efetuar-se a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, o ajuste para a potência, para que se otimize o consumo para o combustível do conjunto de locomotivas motrizes, tendo com base o referido cálculo para a carga do referido trem, na medida em que o referido trem se aproxima da referida alteração na condição do percurso.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual a medição do movimento do trem inclui a definição de ao menos um dos seguintes elementos: as alterações na localização, uma velocidade para o trem, e uma aceleração para o trem.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual a referida identificação da condição para o referido percurso inclui a identificação de ao menos um dos seguintes elementos: a inclinação para o percurso, a curvatura para o percurso, ou ainda as características para a fricção do trilho.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual o referido cálculo da carga do trem é adicionalmente baseado nas condições para o percurso pelo qual o trem se encontra viajando durante a determinação da carga.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual o ajuste para a potência da locomotiva é um ajuste para o motor.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual a locomotiva compreenda ao menos um dentre os seguintes elementos: uma locomotiva a diesel, uma locomotiva elétrica, uma locomotiva diesel-elétrica, uma locomotiva hidráulica, ou ainda uma locomotiva hidráulico-elétrica.

7. Método, de acordo com a reivindicação 5, no qual o ajuste para a potência da locomotiva é estabelecido, tomando-se como base o tipo de direção o qual é usado pela locomotiva.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, no qual o tipo da direção compreende ao menos uma entre a direção mecânica ou uma direção

hidráulica.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual a locomotiva possui motores para a tração, para que dirijam as rodas da locomotiva, e o ajuste para a potência da locomotiva é um ajuste elétrico para a potência, da potência a qual é transmitida para os motores de tração.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual uma carga inicial para o trem é assumida para o trem, e a carga a qual foi calculada para o trem é usada para que se melhore a precisão da medição da carga do trem, a qual é usada para que se ajuste o ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual o cálculo de uma carga do referido trem compreende o uso de um dispositivo para o posicionamento global, para que se determine ao menos um elemento entre: a referida localização do trem, a velocidade do trem, e a aceleração do trem.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo a determinação da condição meteorológica, e o ajuste do ajuste para a potência do referido conjunto de locomotivas motrizes, para que se otimize o consumo do combustível, tendo com base a referida condição meteorológica.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, no qual a referida condição meteorológica compreende ao menos um dos seguintes elementos: as condições meteorológicas ambientais, e o que é afetado sobre o percurso, das referidas condições meteorológicas ambientais.

14. Método, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo determinar a precisão da referida carga calculada, por meio de se calcular a carga do trem uma segunda vez, tendo como base a medição para o movimento do trem, como sendo uma resposta do ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, no qual determinar da precisão da referida carga calculada adicionalmente compreenda o efetuar de um segundo cálculo de carga do referido trem, e comparar-se com o referido primeiro cálculo de carga.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, no qual a referida carga calculada é ajustada com base na referida segunda carga.

17. Método, de acordo com a reivindicação 12, ainda compreendendo o uso de diversos dispositivos de posicionamento global, para que se determine um comprimento do referido trem, o qual é usado para que se calcule a referida carga do trem.

18. Método, de acordo com a reivindicação 1, ainda compreendendo a coleta de dados sobre a operação do trem, para o uso com o ajuste da

velocidade do referido trem.

19. Sistema para que se melhore a eficiência no consumo do combustível de um trem ferroviário, o qual se encontra em uma linha ferroviária, o trem tendo um conjunto de locomotivas motrizes o qual é composto por uma ou mais locomotivas ferroviárias, o referido sistema compreendendo:

- um dispositivo de posicionamento global;
- um banco de dados de perfil de percurso, o qual compreende dados sobre o terreno e o contorno de um percurso ferroviário;
- um processador o qual compreende um algoritmo para que se calcule a carga do referido trem, e um algoritmo de alimentação para a frente, para que se determine ao menos um elemento entre: a taxa de aceleração ou a taxa de desaceleração do referido trem, tendo como base no referido cálculo para a carga, e do terreno que está por vir, e o contorno do percurso ferroviário; e

sendo que a referida alteração na condição do percurso é determinada a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, e o ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes é ajustado para que se otimize o consumo para o combustível do conjunto de locomotivas motrizes, tendo-se como base a carga que foi calculada para o trem, na medida em que o trem se aproxima da alteração na condição do percurso.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, no qual o referido algoritmo para o cálculo da carga do referido trem compreende ao menos a utilização de uma combinação dentre as seguintes: um tempo de início e uma localização de início do referido trem, uma localização para o dado momento do referido trem, e uma condição do referido percurso ou uma combinação da velocidade do trem a qual o referido trem se encontra em movimento quando de um ajuste em específico para a potência.

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, ainda compreendendo um dispositivo para a coleta das condições meteorológicas, para que se determinem as condições meteorológicas.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, no qual o referido algoritmo de encaminhamento para a frente adicionalmente compreende a fatoração das condições meteorológicas para que se determine ao menos um elemento entre: uma taxa para a aceleração, ou uma taxa para a desaceleração.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, ainda compreendendo um dispositivo de memória o qual se encontra conectado ao processador.

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 22, ainda compreendendo um terceiro algoritmo para que se determine uma precisão para o valor de uma carga que foi calculada, por meio do cálculo de uma segunda carga do referido

trem, tendo como base os dados anteriormente armazenados no referido dispositivo de memória, o que inclui um tempo e uma localização nos quais o referido trem efetuou a travessia, por sobre um trecho de um percurso viajado anteriormente.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, no qual o referido terceiro algoritmo adicionalmente compreende a definição de uma precisão de um valor para a carga calculado, por meio do cálculo de uma segunda carga para o referido trem, e por comparar com a primeira carga calculada.

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, ainda compreendendo dispositivos para a coleta da operação do trem, o qual se encontra conectado de forma operacional ao processador.

27. Sistema, de acordo com a reivindicação 26, no qual os referidos dispositivos para a coleta são usados para que se determine ao menos um elemento entre: uma taxa de aceleração ou uma taxa de desaceleração do referido trem, tendo como base a referida carga calculada e o terreno por advir e o contorno para um percurso ferroviário.

28. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, no qual o referido dispositivo para a determinação da posição determina ao menos um elemento entre: a mudança na localização do trem, uma velocidade para o trem, e uma aceleração para o trem.

29. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, no qual o referido dispositivo para a determinação da posição utiliza um dispositivo de posicionamento global.

30. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, no qual o terreno e os dados sobre o contorno de um percurso ferroviário adicionalmente compreendem ao menos um elemento entre: a inclinação do percurso, a curvatura do percurso e as características de fricção dos trilhos.

31. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, no qual uma carga inicial para o trem é assumida para o trem, e uma carga calculada para o trem é usada para que se melhore a precisão da medição da carga do trem, a qual é usada para que se efetue o ajuste para o ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes.

32. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, no qual ao menos um dos seguintes: o algoritmo ou o álgebra de encaminhamento para a frente compreende ao menos elemento entre: o cálculo de expansão em uma série de Taylor de dependência no tempo e de variação de tempo, ou então um filtro Kalman.

33. Software para computador para a melhoria na eficiência do consumo de combustível de um trem ferroviário, o qual possui um conjunto de locomotivas motrizes o qual é composto por uma ou mais locomotivas ferroviárias, para

que se melhore a eficiência com relação ao combustível do conjunto de locomotivas motrizes, e ao menos um computador localizado no conjunto de locomotivas motrizes, o referido software compreendendo:

- um módulo de software para um computador para que se calcule uma carga para o trem que se encontra em movimento, tracionado pelo conjunto de locomotivas motrizes, tendo como base a medição do movimento do trem como sendo uma resposta aos ajustes para a potência do conjunto de locomotivas motrizes;
- um módulo de software para um computador para que se determine uma condição por vir de um percurso, com anterioridade ao trem atingir a esta alteração na condição do percurso; e
- um módulo de software para um computador para que se calcule ao menos um elemento entre: uma taxa para a aceleração, ou uma taxa para a desaceleração para o referido trem, para que se otimize o consumo de combustível tendo como base a carga que foi calculada e a alteração nas condições do percurso por vir.

34. Software de computador, de acordo com a reivindicação 33, no qual ao menos um elemento entre: o módulo de software para um computador para o cálculo de uma carga, ou o módulo de software para que se determine uma condição por vir de um percurso, o qual adicionalmente compreenda código para que se fature as condições meteorológicas, quando da execução do respectivo cálculo.

35. Software de computador, de acordo com a reivindicação 33, ainda compreendendo um módulo de software para um computador, para ao menos um elemento entre: a aceleração do referido trem tendo como base uma taxa de aceleração calculada para o referido trem, para que se otimize o consumo de combustível, na medida em que o referido trem alcança a referida alteração na condição do percurso, ou a desaceleração do referido trem tendo como base uma taxa de desaceleração calculada para o referido trem, para que se otimize o consumo de combustível, na medida em que o referido trem alcança a referida alteração do percurso.

36. Software de computador, de acordo com a reivindicação 33, ainda compreendendo um módulo de software para um computador para que se determine a precisão do referido cálculo da carga, por se ter um código para que se calcule uma segunda carga para o referido trem, que se faça a comparação da referida segunda carga com a referida primeira carga, e se faça o ajuste da referida primeira carga tendo como base a segunda carga.

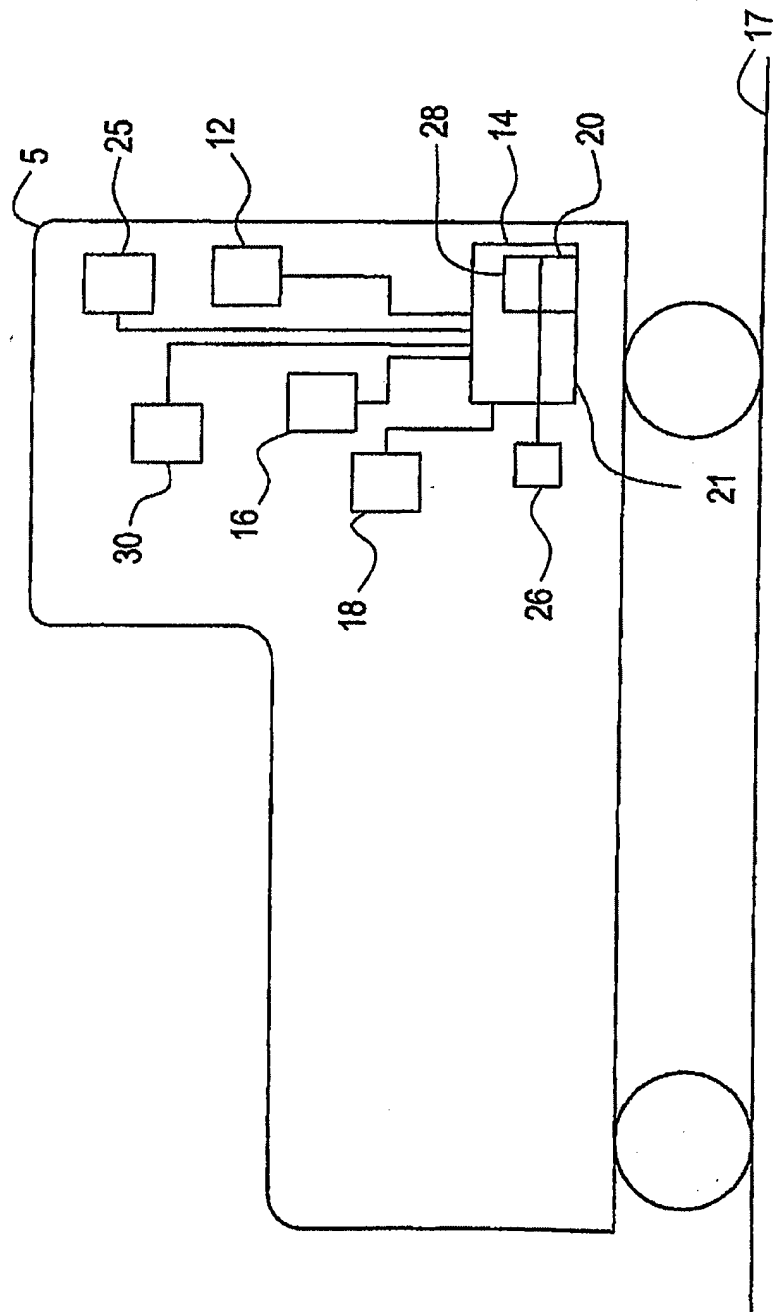
37. Software de computador, de acordo com a reivindicação 33, no qual o referido módulo de software para um computador para que se calcule ao menos um elemento entre: uma taxa para a aceleração ou uma taxa para a desaceleração, adicionalmente compreenda código para que se utilizem as condições

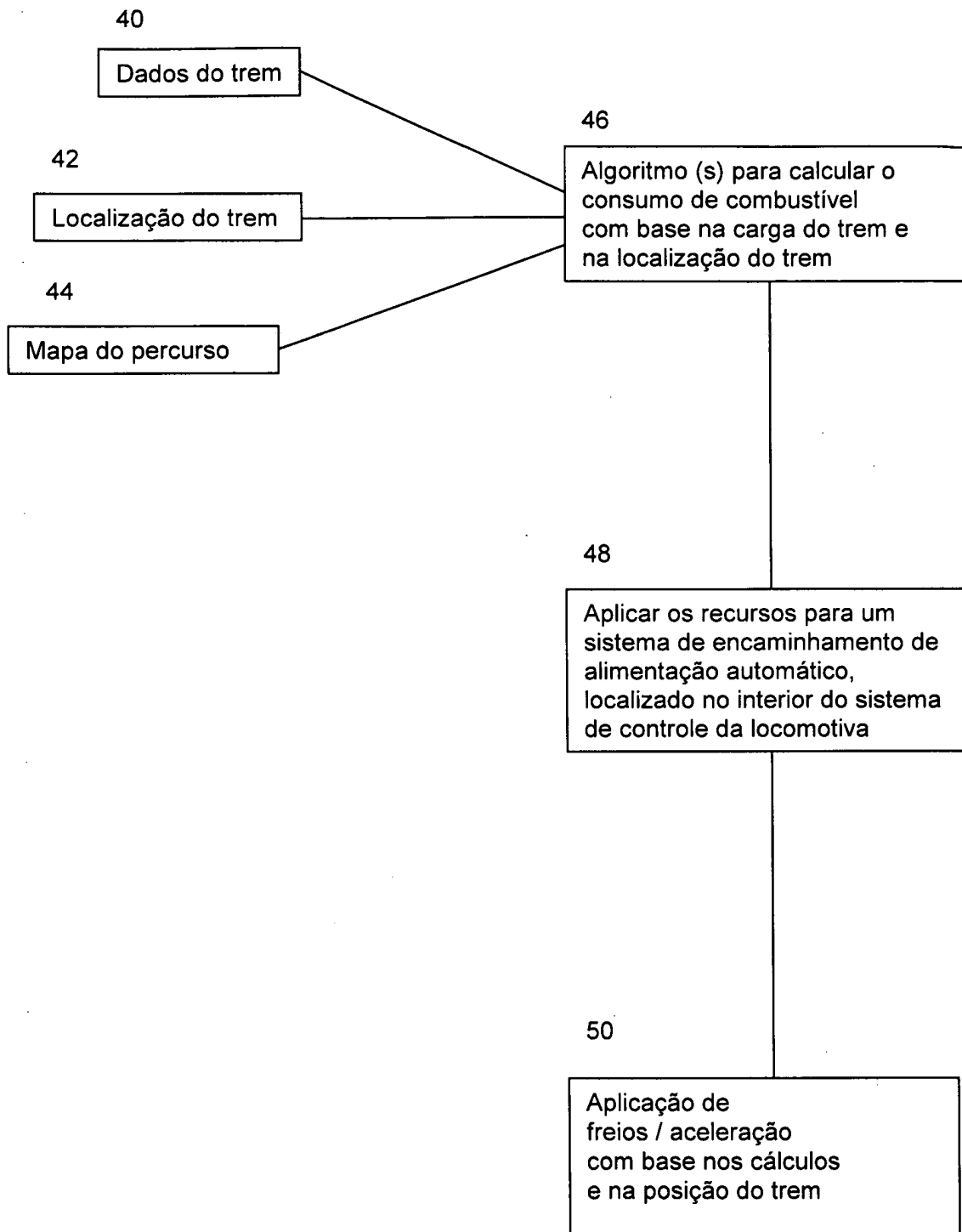
operacionais do referido trem, para que se determine ao menos um elemento entre: uma taxa para a aceleração ou uma taxa para a desaceleração.

5                   38. Software de computador, de acordo com a reivindicação 33, ainda compreendendo um módulo de software para um computador para que se presuma uma carga inicial para o trem, e que se melhore a precisão da medição da carga do trem, por meio do uso da carga calculada para o trem no ajuste para o ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes.

10                   39. Software de computador, de acordo com a reivindicação 33, ainda compreendendo ao menos um elemento entre: o cálculo de expansão em uma série de Taylor de dependência no tempo e de variação de tempo, ou então um filtro Kalman.



**Figura 1**

**Figura 2**

<u>Marca</u>	<u>HP</u>	<u>Lbs / Hr</u>	<u>Gal / Hr</u>	<u>SFC</u>
0	0	27,1	3,85-	
1	200	81,5	11,75	0,4075
2	500	189,4	26,9	0,3788
3	1.040	385,9	54,81	03711
4	1.550	554,3	78,73	0,3576
5	2.220	771,9	109,64	0,3477
6	3.940	986,1	140,7	0,3354
7	3.600	1.196,1	169,9	0,3268
8	4.500	1.473,8	209,35	0,3275

## Figura 3

52

Calcular uma carga para o trem que está sendo movido por meio do conjunto de locomotivas motrizes, tendo como base a medição do movimento do trem como uma resposta ao sujeito para a potência do conjunto de locomotivas motrizes

54

Definir a localização para o dado momento no tempo do trem

56

Identificar uma alteração na condição do percurso antes que o trem venha a alcançar tal alteração na condição do percurso

58

Ajustar o ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes para que se otimize o consumo do combustível do conjunto de locomotivas motrizes tendo como base a carga a qual foi calculada para o trem, na medida em que o trem se aproxima de uma alteração na condição do percurso

## Figura 4

60

Um módulo de software para um computador para que se calcule um carga para o trem o qual está sendo movido por um conjunto de locomotivas motrizes tendo como base a medição do movimento do trem o qual é uma resposta dos ajustes para a potência do conjunto de locomotivas motrizes

62

Um módulo de software para um computador para que se determine uma condição por vir para um percurso antes de que o trem atinja essa alteração na condição do percurso

64

Um modificação de software para computador para que se calcule ao menos um elemento entre: a taxa para a aceleração ou a taxa para a desaceleração do referido trem, para que se otimize o consumo do combustível tendo como base a carga que foi calculada e as alterações por vir das condições do percurso

**Figura 5**

## Resumo

**Sistema e método para o manuseio melhorado de trem e para o consumo de combustível.**

Um método para que se venha a efetuar o controle da operação de uma via férrea, a qual possui uma composição ferroviária, composição a qual é constituída por uma ou mais locomotivas férreas, para que se melhore a eficiência no consumo de combustível do grupo de locomotivas motrizes, o método incluindo o ato de se efetuar, a bordo do grupo de locomotivas motrizes, do cálculo de uma carga para o trem o qual se encontra em movimento, movido pelo conjunto de locomotivas motrizes, tendo como base a medição do movimento do trem, tendo como base a resposta do trem ao ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes, e do efetuar a bordo do conjunto de locomotivas motrizes uma identificação da posição na qual o trem se encontra, para o dado momento no tempo, do efetuar a identificação a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, de uma alteração no percurso, antes de que o trem chegue a essa alteração de condição no percurso, e de se efetuar a bordo do conjunto de locomotivas motrizes, o ajuste para a potência do conjunto de locomotivas motrizes, para que venha a se otimizar o consumo de combustível do conjunto de locomotivas motrizes, com base na carga a qual foi calculada para o trem, na medida em que o trem se aproxima da alteração na condição do percurso.