



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

(21) **PI 0717011-4 A2**

(22) Data de Depósito: 11/07/2007
(43) Data da Publicação: 12/03/2013
(RPI 2201)



(51) *Int.Cl.:*

B60T 8/00
B60T 8/17
B60T 17/22
B60T 7/12
B61L 25/02
G01C 22/00
B60T 13/66

(54) **Título:** MÉTODO E SISTEMA PARA A ATIVAÇÃO DE UM EIXO DE RODA LIVRE DE MODO A MANTER A FORÇA DE FRENAGEM

(30) **Prioridade Unionista:** 25/08/2006 DE 10 2006 039 883.1

(73) **Titular(es):** Siemens Aktiengesellschaft

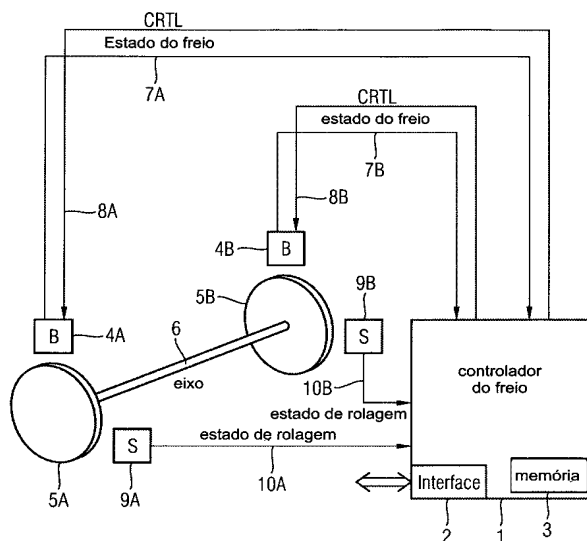
(72) **Inventor(es):** Oliver Mäckel, Wolfram Klein

(74) **Procurador(es):** Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2007057120 de 11/07/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/022847de 28/02/2008

(57) **Resumo:** MÉTODO E SISTEMA PARA A ATIVAÇÃO DE UM EIXO DE RODA LIVRE DE MODO A MANTER A FORÇA DE FRENAGEM. A presente invenção refere-se a um sistema de frenagem para um trem que tem uma pluralidade de eixos, em que pelo menos um eixo de roda livre (F) é ativado para determinar a posição do trem (Z) e os eixos restantes são ativados como eixos de não-rodas livres para a frenagem do trem (Z), em que no caso de falha de um freio (4) que é proporcionado em um eixo de não-roda livre (N), um eixo de roda livre anterior (F) é ativado como um eixo de não-roda livre (N) e o eixo de não-roda livre (N) que tem o freio com falhas (4) é ativado como um eixo de roda livre (F) para determinar a posição do trem (Z).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO E SISTEMA PARA A ATIVAÇÃO DE UM EIXO DE RODA LIVRE DE MODO A MANTER A FORÇA DE FRENAGEM"**.

5 A presente invenção refere-se a um método e um sistema para ativar um eixo de roda livre de um trem em uma maneira de manutenção de força de frenagem, em particular em sistemas de trens sem operadores ou mais especificamente Sistemas AGT (Trens guiados automatizados).

Os assim chamados sistemas AGT, isto é, sistemas de trens sem operadores, estão sendo crescentemente usados em transporte público
10 suburbano e também no trânsito férreo regional. Os referidos trens estão envolvidos em frequentes frenagens, em particular em estações nas quais o trem deve ter que ficar em uma posição predefinida. Como os Sistemas AGT transportam pessoas e, além disto, não têm condutor pelo menos em alguns casos, o sistema de frenagem nos referidos trens deve ir de encontro a ne-
15 cessidades particulares estritas de segurança.

Para detectar sua posição, o trem é dotado de um assim chamado eixo de roda livre. Esse eixo não é nem retardado nem acelerado, de modo que não ocorre deslizamento entre uma roda montada no eixo e no trilho na qual o trem está trafegando. Para determinar a posição do trem,
20 revoluções do eixo de roda livre são contadas iniciando a partir de um ponto de referência.

O sistema de frenagem do trem deve gerar força de frenagem suficiente tanto durante operação normal quanto em uma situação de emergência.

25 A força de frenagem necessária que um sistema de frenagem de trem deve fornecer depende não só da distância de frenagem disponível, mas também da velocidade do trem, do peso do trem, da fricção entre as rodas do trem e a linha férrea ou mais especificamente o trilho, e do número de eixos de frenagem do trem.

30 A figura 1 mostra um trem Z de acordo com a técnica anterior que está trafegando em um trilho S. O trem Z compreende uma pluralidade de vagões W os quais são acoplados entre si, cada um tendo de pelo menos

dois suportes de rodas D. Os suportes de rodas D são equipados, por exemplo, com quatro eixos tendo duas rodas cada um. Além dos freios nos eixos, frenagem adicional pode ser alcançada pelo motor do trem Z. Como um sistema de frenagem suplementar para emergências é possível proporcionar adicionalmente um freio de trilho eletromagnético no trem. Entretanto, a desvantagem de um freio de trilho eletromagnético é que o mesmo é relativamente pesado e, portanto aumenta o peso total do trem, ou então reduz o número máximo de passageiros que podem ser transportados. Quanto mais eixos de frenagem o trem Z tiver, maior o potencial de força de frenagem do trem. Para se determinar a sua posição, o trem Z necessita pelo menos de um eixo de roda livre. Em trens convencionais, os eixos não-rodas livres não possuem freios, os eixos não-rodas livres sendo especificados no desenho e não-disponíveis para frenagem.

Foi portanto proposto, determinar a posição do trem não por meio de eixos não-rodas livres, mas proporcionando um sistema de detecção de posição com base em radar adaptado a trem. Entretanto, proporcionar um sistema de detecção de posição com base em radar envolve uma considerável complexidade técnica adicional e em alguns casos há falhas em ir de encontro aos critérios de segurança para um sistema de trem sem condutor.

Em sistemas de frenagem de trem convencional, um número suficiente de eixos de frenagem é portanto proporcionado de modo a enviar a força de frenagem necessária mesmo em uma situação com condições particularmente adversas. O número necessário de eixos de frenagem N é projetado para fricção mínima μ entre as rodas e o trilho S em alta velocidade simultânea V do trem Z e alto peso G da carga transportada.

Em um sistema de frenagem convencional para um trem Z , o contínuo monitoramento é habitualmente realizado para certificar de que houve ou não falhas em um dos freios em um eixo de não-roda livre do trem Z , como ilustrado na figura 2. Se for este o caso, o trem Z aciona o modo de emergência por meio de que a velocidade V do trem é reduzida e o trem indica que necessita de reparos o mais cedo possível. Com base no procedi-

mento convencional mostrado na figura 2, falha do trem Z e atrasos no cronograma são ocorrências relativamente frequentes.

O objetivo da presente invenção é, portanto, criar um método e um sistema para frear um trem, o qual proporcione de modo confiável a força de frenagem necessária enquanto minimiza o número de falhas do trem.

Este objetivo é alcançado de acordo com a invenção por um método tendo as características determinadas na reivindicação 1.

A invenção cria um método para ativar um eixo de roda livre de um trem Z tendo uma pluralidade de eixos em um modo de manutenção de força de frenagem, em que pelo menos um eixo de roda livre F é ativado para determinar a posição do trem e os eixos restantes N são ativados como eixos de não-rodas livres para frear o trem Z,

em que no caso de falha de um freio proporcionado no eixo de não-roda livre N, um eixo até agora de roda livre F é ativado como um eixo de não-roda livre N e o eixo de não-roda livre N tendo o freio falhado é ativado como um eixo de roda livre F para determinar a posição do trem Z.

Em uma modalidade preferida do método de acordo com a invenção, se ocorrer falha de freio, um eixo até agora ativado como de roda livre é apenas ativado como de não-roda livre quando for estabelecido que os freios proporcionados no eixo de roda livre não falharam.

Em uma outra modalidade do método de acordo com a invenção, a operação de emergência do trem é iniciada se for certificado que nenhum eixo de roda livre cujos freios não falharam está agora disponível.

Em uma modalidade adicional do método de acordo com a invenção, os eixos são inicializados como de não-rodas livres para frear o trem e como eixos não-rodas livres para determinar a posição do trem.

Em uma modalidade preferida do método de acordo com a invenção, para frenagem normal o trem é freado ao aplicar os freios dos eixos ativados como de não-rodas livres.

Em uma modalidade preferida do método de acordo com a invenção, para frenagem de emergência o trem é freado tanto ao aplicar os freios dos eixos ativados como de não-rodas livres como por freios adicio-

nalmente equipados aos eixos ativados como de rodas livres.

Em uma outra modalidade do método de acordo com a invenção, se um freio de um eixo de não-roda livre montado para um primeiro suporte de rodas falhou, e o primeiro suporte de rodas não mais possui um eixo de roda livre, um segundo suporte de rodas que tenha um eixo de roda livre é procurado, o referido eixo de roda livre sendo ativado como um eixo de roda livre e um eixo de não-roda livre do primeiro suporte de rodas sendo ativado como um eixo de roda livre.

5 A invenção cria também um sistema de frenagem para um trem tendo uma pluralidade de eixos,

em que pelo menos um eixo de roda livre F é ativado para determinar a posição do trem Z e os eixos restantes são ativados como eixos de não-rodas livres N para frear o trem Z,

em que no caso de falha de um freio proporcionado em um eixo de não-roda livre N, um eixo até agora de roda livre F é ativado como um eixo de não-roda livre N e o eixo de não-roda livre N tendo um freio falhado é ativado como um eixo de roda livre F para determinar a posição do trem Z.

Em uma modalidade preferida do sistema de frenagem de acordo com a invenção, duas rodas são montadas a cada um dos eixos, cada roda tendo um freio para frear o trem.

Em uma modalidade preferida do sistema de frenagem de acordo com a invenção, um controlador de freio é proporcionado o qual controla os freios montados no eixo por meio de linhas de controle.

Em uma modalidade preferida do sistema de frenagem de acordo com a invenção, os freios montados no eixo indicam seu estado operacional ao controlador de freio por meio das linhas de indicação.

Em uma outra modalidade do sistema de frenagem de acordo com a invenção, um sensor para detectar um estado de rolagem de uma roda é proporcionado em cada roda.

Em uma outra modalidade do sistema de frenagem de acordo com a presente invenção, o controlador de freio uma interface por meio da qual todos os eixos podem, cada um dos quais, ser inicializado como eixos

de não-rodas livres ou como eixos de rodas livres.

Para explicar as características essenciais da invenção, modalidades preferidas do método de acordo com a presente invenção e do sistema de frenagem de acordo com a presente invenção serão agora descritas com referência aos desenhos anexos nos quais:

- A figura 1: mostra um trem de acordo com a técnica anterior;
- A figura 2: mostra um gráfico de fluxo do monitoramento de freio da técnica anterior;
- A figura 3: mostra um diagrama de bloco de uma possível modalidade do sistema de frenagem de acordo com a presente invenção;
- As figuras 4A, 4B: mostram tabelas para explicar o modo de operação do método de acordo com a invenção;
- A figura 5: mostra um gráfico de fluxo do monitoramento de freio para o sistema de frenagem de acordo com a invenção;
- A figura 6: mostra um gráfico de fluxo de um processo de frenagem para o sistema de frenagem de acordo com a invenção;
- A figura 7: mostra um gráfico de fluxo para explicar a modalidade preferida do método de acordo com a invenção.

Como mostrado na figura 3, o sistema de frenagem de acordo com a invenção tem um controlador de freio 1 que pode ser inicializado, isto é, configurado, por meio de uma interface 2 e contém pelo menos uma memória 3. O controlador de freio 1 é conectado a uma pluralidade de freios 4A, 4B cada um dos quais montado a uma roda 5A, 5B de um eixo de trem 6. Os freios cada um dos quais, tem uma linha ou mais especificamente um barramento 7 que indica o estado operacional ou mais especificamente o estado do freio 4 ao controlador de freio 1. Adicionalmente, o controlador de freio 1 controla os freios 4A, 4B por meio das respectivas linhas de controle 8A, 8B de modo a aplicar os freios. Opcionalmente, sensores 9A, 9B os quais reportam o estado de rolagem das rodas ao controlador de freio 1 por meio das linhas 10A, 10B são adicionalmente montados nas rodas. No sistema de acordo com a presente invenção, preferivelmente todos os eixos 6 do trem

são de desenho completamente idêntico e cada um dos quais tem freios em suas rodas. Entretanto, no sistema de frenagem de acordo com a invenção pelo menos um eixo do trem é ativado, isto é, configurado, como um eixo de roda livre para determinar a posição do trem e os eixos restantes são ativados, isto é, configurados, como eixos de não-rodas livres para frear o trem. Para configurar um eixo 6 como de roda livre, os freios associados 4A, 4B proporcionados no mesmo são desativados e um contador (não-mostrado) para contar as revoluções do referido eixo é ativado. Tão logo um freio 4A, 4B proporcionado em um eixo 6 configurado como de não-roda livre falha, um eixo até agora de roda livre é ativado pelo controlador de freio 1 como um novo eixo de não-roda livre e o eixo até agora de não-roda livre cujo freio falhou é ativado pelo controlador de freio 1 como um eixo de roda livre para determinar a posição do trem Z.

As figuras 4A, 4B mostram o conteúdo da memória da memória 3 para uma possível modalidade do sistema de frenagem de acordo com a invenção. No exemplo mostrado, o trem tem eixos M, a maioria dos eixos 6 sendo inicializados como de não-rodas livres (N) e pelo menos um dos eixos 6 como de roda livre (F). Adicionalmente, o estado de rolagem das rodas nos eixos 6 é monitorado por meio dos sensores 9A, 9B. O controlador de freio 1 também monitora, por meio das linhas de estado de freio 7A, 7B, o estado operacional dos freios 4A, 4B montados nos eixos 6. Após a inicialização, isto é, configuração, se os freios foram corretamente instalados, o estado do freio de todos os freios é inicialmente ok. No exemplo mostrado na figura 4A, um freio 4 no eixo i configurado como de não-roda livre falha após um certo tempo de operação do trem Z (estado do freio = nok). Nesta situação, um eixo até agora de roda livre proporcionado para determinar a posição é reconfigurado como um eixo de não-roda livre pelo controlador de freio 1 de acordo com a invenção. O eixo com o freio falhado, isto é, o eixo i no exemplo mostrado na figura 4A, é ativado pelo controlador de freio 1 como um novo eixo de roda livre para determinar a posição do trem Z, como mostrado na figura 4B. O estado do freio do eixo reconfigurado i continua a ser defeituoso (nok). Em uma possível modalidade do método de acordo com a

invenção, o eixo j até agora ativado como de roda livre é apenas ativado como de não-roda livre (N) pelo controlador de freio 1 se for previamente estabelecido que os freios proporcionados no eixo de roda livre j também não falharam. A operação de emergência do trem Z é apenas iniciada se o

5 controlador de freio 1 estabelece que nenhum outro eixo de roda livre cujos freios não falharam está disponível.

A figura 5 mostra uma possível modalidade de um processo realizado no controlador de freio 1 para monitoramento e reconfiguração de eixos do trem. Tão logo o controlador de freio 1 se certifique, na etapa S1, de

10 que um freio de um eixo de não-roda livre (N) 6 falhou, o controlador de freio 1 checa, na etapa S2, se outro eixo F de roda livre 6 cujos freios 4A, 4B não falharam está disponível. Se nenhum outro eixo de roda livre cujo freio não falhou estiver disponível, o trem vai para o modo de emergência na etapa S3. No modo de emergência S3, a falha do freio é, por exemplo, indicada ao

15 centro de controle e a velocidade do trem Z é reduzida.

Se o controlador de freio se certifica na etapa S2 de que outro eixo (F) de roda livre 6 é disponível, na etapa S4 um dos eixos (F) de rodas livres 6 presentes é declarado um eixo de não-roda livre (N) 6 ao se ajustar à

20 marcação correspondente.

Adicionalmente, na etapa S5, o o eixo até agora de não-roda livre (N) 6 com pelo menos um freio falhado 4A, 4B é agora declarado um eixo (F) de roda livre 6 ao se ajustar à marcação correspondente e ativação do contador correspondente para contar as revoluções do referido eixo.

A figura 6 mostra um gráfico de fluxo que ilustra uma possível

25 modalidade para executar um processo de frenagem em um sistema de frenagem de acordo com a invenção.

Se a frenagem é iniciada na etapa S1, a mesma é primeiro checada na etapa S2 se é uma situação de emergência. Se for uma situação de emergência, na etapa S3 todos os eixos de rolagem são freados, isto é, todos os eixos 6 são freados independente de seu estado do freio e indepen-

30 dente de se os mesmos são configurados como de rodas livres ou como de não-rodas livres.

Se não for uma situação de emergência, na etapa S4 apenas os eixos de rolagem 6 declarados de não-rodas livres são freados.

A frenagem é terminada na etapa S5.

A figura 7 mostra outra modalidade para a reconfiguração dos
5 freios no sistema de frenagem de acordo com a invenção.

Na modalidade mostrada na figura 7, considera-se que os eixos de frenagem são montados no suporte de rodas D do trem. Primeiro, na etapa S1, é monitorado se um freio de um eixo de não-roda livre montado em um primeiro suporte de rodas D_i falhou. Se o freio de um eixo de não-roda
10 livre no primeiro suporte de rodas D_i falha, na etapa S2 é checado se nenhum outro eixo de roda livre está disponível no primeiro suporte de rodas D_i . Se nenhum outro eixo de roda livre estiver disponível no primeiro suporte de rodas D_i , em uma etapa adicional S3 outro segundo suporte de rodas D_j tendo pelo menos um outro eixo de roda livre é pesquisado. Se um tal suporte
15 de rodas for encontrado, o eixo de roda livre do referido segundo suporte de rodas D_j é reconfigurado como um eixo de não-roda livre e um eixo do primeiro suporte de rodas falhado D_i é ativado como um eixo de roda livre para determinar a posição do trem.

Em uma possível modalidade do método de acordo com a invenção, este é incorporado em um mecanismo de proteção de deslizamento de
20 roda já presente do sistema de trem. Este sistema de proteção de deslizamento de roda detecta se uma roda específica do trem está deslizando, isto é, travando no momento, de modo que a frenagem desta roda é anulada ou se apenas ocorre em um estado de rolagem da roda. O sistema de proteção de
25 deslizamento da roda é aumentado pelo método da invenção para ativar um eixo de roda livre em um modo de manutenção de força de frenagem no sentido de que outro parâmetro de "eixo de roda livre" lógico é proporcionado. Se este novo parâmetro lógico for ajustado em "Não", o sistema de proteção de deslizamento de roda preenche a sua funcionalidade pretendida conhecida. Entretanto,
30 tanto, se este novo parâmetro lógico for ajustado em "Sim", o freio correspondente é apenas ativado em uma situação de emergência de frenagem.

Com o método de acordo com a invenção é possível reconfigu-

rar os eixos mesmo durante a operação do trem. Em uma possível modalidade isto pode também ser realizado por um controlador central remoto por meio da interface 2 do controlador de freio 1.

5 O sistema de frenagem de acordo com a invenção oferece uma série de vantagens. Na fabricação do trem, todos os eixos podem ser tratados do mesmo modo, isto é, durante o desenhoe e a montagem não é mais necessário diferenciar entre eixos de rodas livres e eixos de não-rodas livres.

10 Um eixo específico pode ser rápida, simples e confiavelmente definido como o eixo de roda livre no final do processo de montagem por meio da configuração do controlador de freio 1 e da interface 2.

Outra vantagem é que a operação de emergência de um trem é apenas iniciada se, excepcionalmente, nenhum outro eixo de roda livre cujos freios não são defeituosos estiver presente. Isto significa tempo de funcionamento mais longo ou então menos tempo ocioso do trem. Isto também
15 indiretamente permite que o número de interrupções do cronograma seja reduzido.

Outra vantagem do sistema de frenagem de acordo com a invenção é que o número de eixos a serem proporcionados é minimizado, na medida em que um eixo de roda livre constitui até um certo ponto uma espe-
20 ra para um eixo falhado de não-roda livre, deste modo permitindo que o peso do trem seja da mesma forma reduzido.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para ativar um eixo de roda livre de um trem (Z) tendo uma pluralidade de eixos em um modo de manutenção de força de frenagem,

5 em que pelo menos um eixo de roda livre (F) é ativado para determinar a posição do trem e os eixos restantes (N) são ativados como eixos de não-rodas livres (N) para frear o trem (Z),

 em que no caso de falha de um freio (4) proporcionado em um eixo de não-roda livre (N), um eixo até agora de roda livre (F) é ativado como
10 um eixo de não-roda livre (N) e o eixo de não-roda livre (N) tendo o freio falhado (4) é ativado como um eixo de roda livre (F) para determinar a posição do trem (Z).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que o eixo até agora ativado como de roda livre (F) é apenas ativado como de não-roda livre se for certificado que os freios (4) proporcionados no eixo de roda livre
15 (F) não falharam.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que, se for certificado que nenhum eixo de roda livre (F) está presente, cujos freios (4) não falharam, a operação de emergência do trem (Z) é iniciada.

20 4. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que os eixos são inicializados como eixos de não-rodas livres (N) para frear o trem e como eixos de rodas livres (F) para determinar a posição do trem.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que, para a frenagem normal, o trem é freado ao aplicar os freios dos eixos ativados como
25 de não-rodas livres (N).

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que, para a frenagem de emergência, o trem (Z) é freado ao aplicar os freios (4) dos eixos ativados como de não-rodas livres (N) e os freios (4) dos eixos ativados como de rodas livres (F).

30 7. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que, se um freio (4) de um eixo de não-roda livre (N) montado em um primeiro suporte de

rodas (D_i) falhou e o primeiro suporte de rodas (D_i) não tiver nenhum eixo de roda livre (F), outro segundo suporte de rodas (D_j) tendo um eixo de roda livre (F) é pesquisado, o último eixo de roda livre (F) sendo ativado como um eixo de não-roda livre (N) e um eixo de não-roda livre (N) do primeiro suporte de rodas (D_i) sendo ativado como um eixo de roda livre (F).

8. Sistema de frenagem para um trem tendo uma pluralidade de eixos, em que pelo menos um eixo de roda livre (F) é ativado para determinar a posição do trem (Z) e os eixos restantes são ativados como eixos de não-rodas livres (N) para frear o trem (Z),

em que no caso de falha de um freio (4) proporcionado em um eixo de não-roda livre (N), um eixo até agora de roda livre (F) é ativado como um eixo de não-roda livre (N) e o eixo de não-roda livre (N) tendo o freio falhado (4) é ativado como um eixo de roda livre (F) para determinar a posição do trem (Z).

9. Sistema de frenagem, de acordo com a reivindicação 8, em que duas rodas (5A, 5B) são montadas em cada um dos eixos (6), cada uma das referidas rodas tendo um freio (4A, 4B) para frear o trem (Z).

10. Sistema de frenagem, de acordo com a reivindicação 9, em que um controlador de freio (1) é proporcionado o qual controla, por meio de linhas de controle (8A, 8B), os freios (4A, 4B) montados nos eixos (6).

11. Sistema de frenagem, de acordo com a reivindicação 9, em que os freios (4A, 4B) montados nos eixos (6) indicam seu estado operacional ao controlador de freio (1) por meio das linhas de indicação (7A, 7B).

12. Sistema de frenagem, de acordo com a reivindicação 9, em que cada roda (5A, 5B) é proporcionada com um sensor (9A, 9B) para detectar um estado de rolagem de uma roda.

13. Sistema de frenagem, de acordo com a reivindicação 10, em que o controlador de freio (1) tem uma interface (2) por meio da qual os eixos (6) podem, cada um dos quais, ser inicializados como eixos de não-rodas livres (N) ou como eixos de rodas livres (F).

FIG 1
(Técnica anterior)

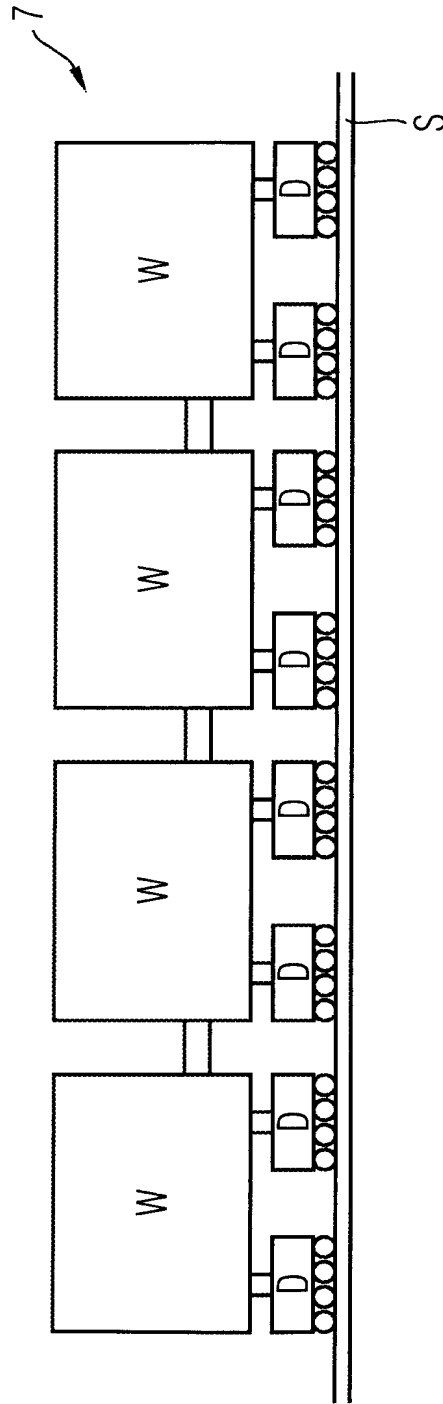


FIG 2

(Técnica anterior)

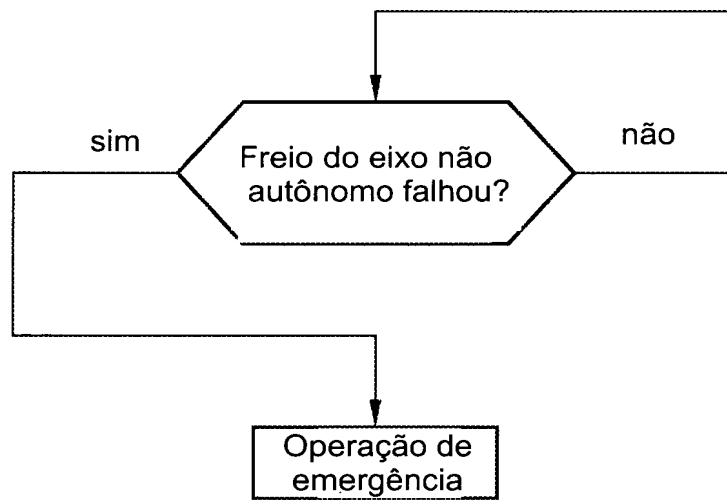


FIG 3

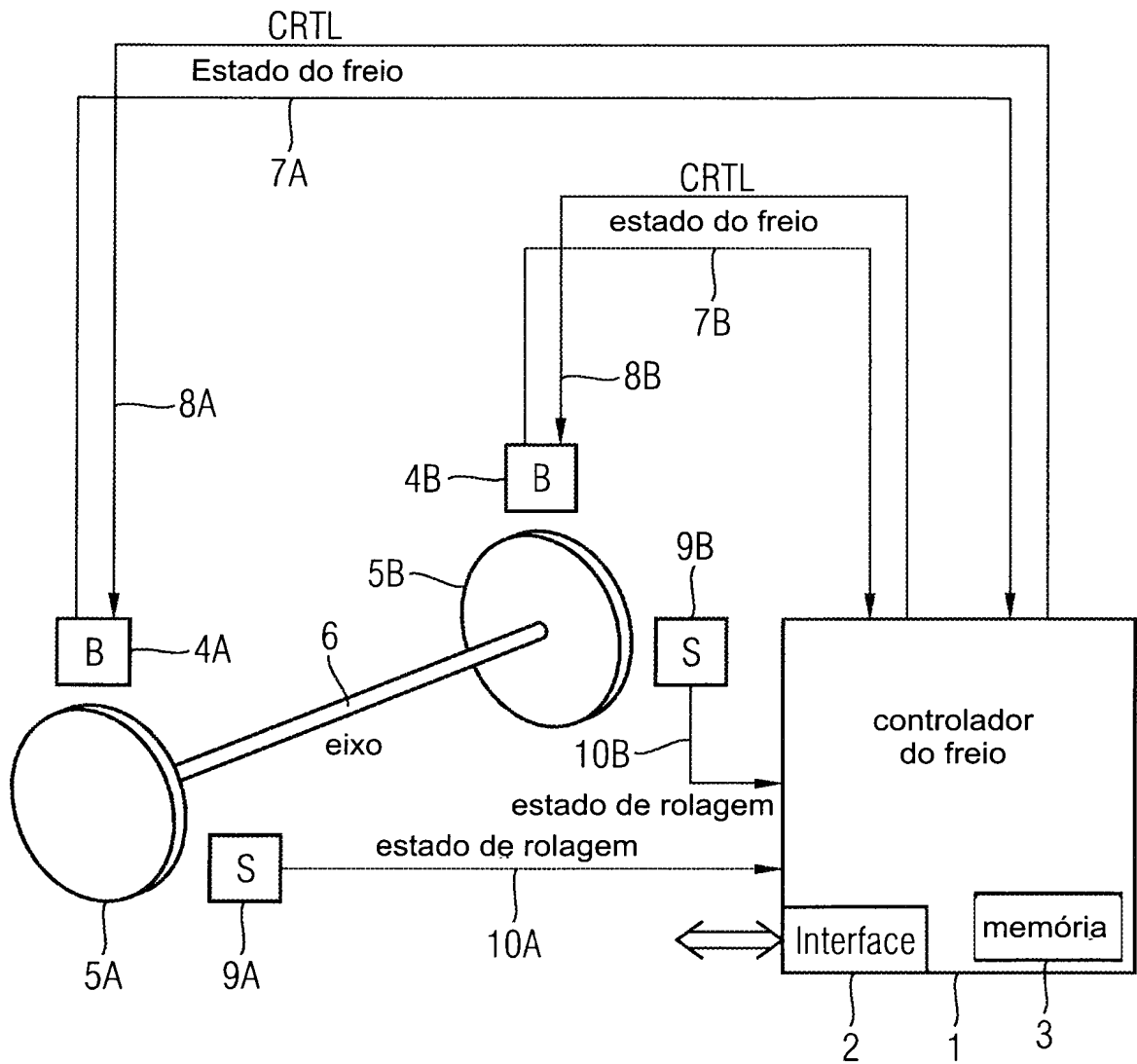


FIG 4A

Eixo	Autônomo (F) / não autônomo (N)	Estado de rolagem	Estado do freio
1	N	R	ok
2	N	S	ok
⋮			
i	N	R	nok!
j	F	R	ok
⋮			
M	N	R	ok

R: rolagem

S: deslize

FIG 4B

Eixo	Autônomo (F) / não autônomo (N)	Estado de rolagem	Estado do freio
1	N	R	ok
2	N	R	ok
⋮			
i	F	R	nok!
j	N	R	ok
⋮			
M	N	R	ok

FIG 5

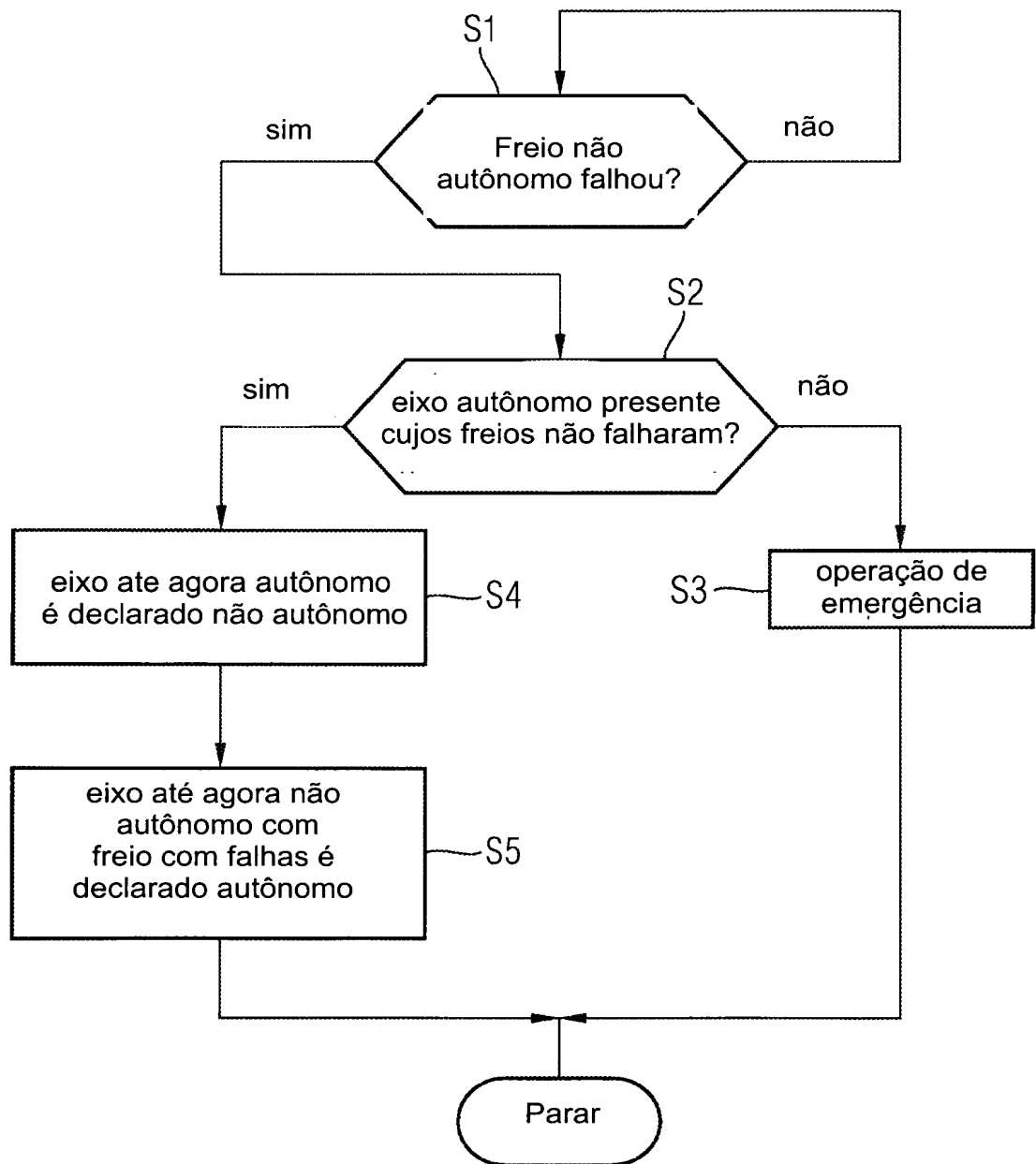


FIG 6

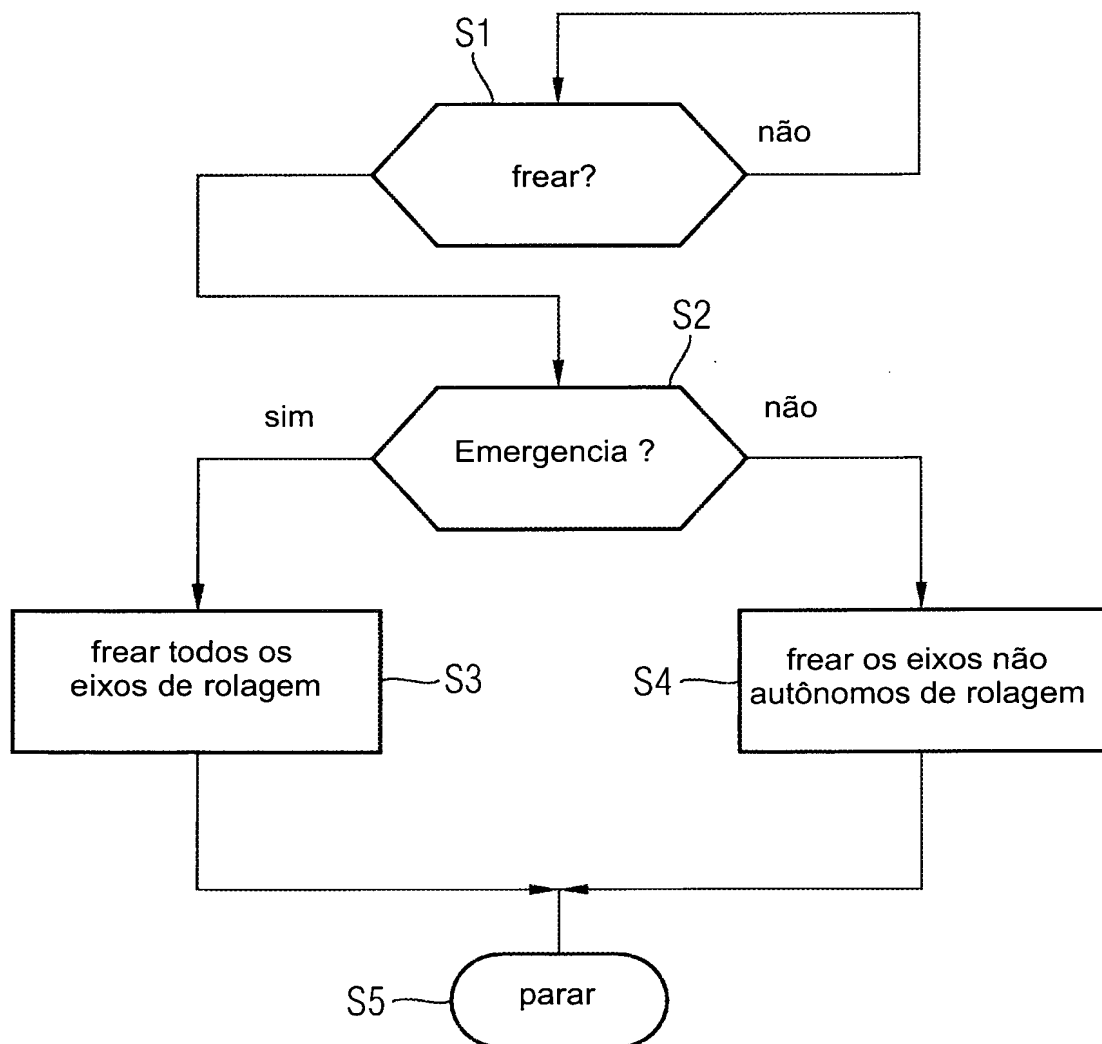
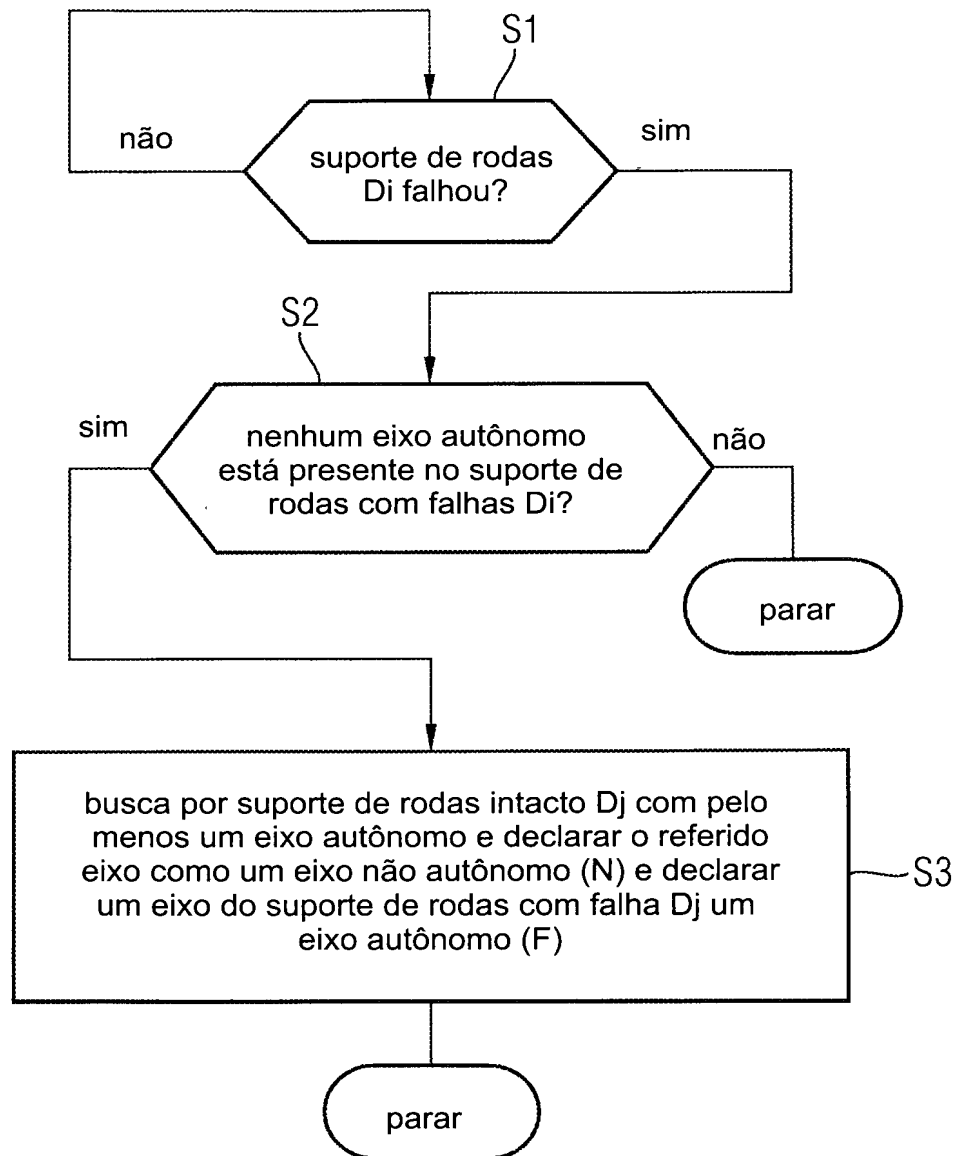


FIG 7



RESUMO

Patente de Invenção: "**MÉTODO E SISTEMA PARA A ATIVAÇÃO DE UM EIXO DE RODA LIVRE DE MODO A MANTER A FORÇA DE FRENAGEM**".

A presente invenção refere-se a um sistema de frenagem para
5 um trem que tem uma pluralidade de eixos, em que pelo menos um eixo de
roda livre (F) é ativado para determinar a posição do trem (Z) e os eixos res-
tantes são ativados como eixos de não-rodas livres para a frenagem do trem
(Z), em que no caso de falha de um freio (4) que é proporcionado em um
eixo de não-roda livre (N), um eixo de roda livre anterior (F) é ativado como
10 um eixo de não-roda livre (N) e o eixo de não-roda livre (N) que tem o freio
com falhas (4) é ativado como um eixo de roda livre (F) para determinar a
posição do trem (Z).