

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

(21) **PI 1003293-2 A2**



* B R P I 1 0 0 3 2 9 3 A 2 *

(22) Data de Depósito: 16/07/2010
(43) Data da Publicação: 10/04/2012
(RPI 2153)

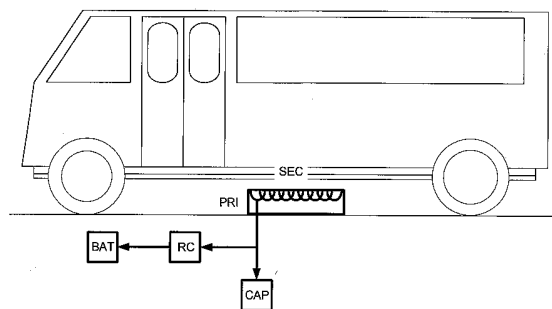
(51) *Int.Cl.:*
B60L 7/10

(54) Título: APARATO REAPROVEITADOR DE ENERGIA POR INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA, PROCESSO DE REAPROVEITAMENTO DE ENERGIA E PROCESSO DE PRODUÇÃO

(73) Titular(es): Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(72) Inventor(es): Adilson Melcheque Tavares, Yeddo Braga Blauth, Ály Ferreira Flores Filho

(57) Resumo: APARATO REAPROVEITADOR DE ENERGIA POR INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA, PROCESSO DE REAPROVEITAMENTO DE ENERGIA E PROCESSO DE PRODUÇÃO. A presente invenção diz respeito à área de veículos de transporte de carga e/ou passageiros e a um aparato para a frenagem de veículos acompanhada de geração de energia elétrica para o sistema elétrico ou para armazenamento. Possibilita também o reforço de propulsão para veículos em trechos de aclive. Particularmente, a presente invenção está relacionada à utilização de máquinas lineares, conversores eletrônicos de potência e módulos de controle para a finalidade de propulsão, frenagem e recuperação de energia cinética.



Relatório Descritivo de Patente de Invenção**APARATO REAPROVEITADOR DE ENERGIA POR INDUÇÃO
ELETROMAGNÉTICA, PROCESSO DE REAPROVEITAMENTO DE ENERGIA E
PROCESSO DE PRODUÇÃO**

5

Campo da Invenção

A presente invenção diz respeito à área de veículos de transporte de carga e/ou passageiros e a um processo e aparato para a frenagem de veículos acompanhada de geração de energia elétrica para o sistema elétrico ou para armazenamento. Possibilita também o reforço de propulsão para 10 veículos em trechos de aclave. Particularmente, a presente invenção está relacionada à utilização de máquinas lineares, conversores eletrônicos de potência e módulos de controle para a finalidade de propulsão, frenagem e recuperação de energia cinética. A presente invenção está situada no campo da Engenharia Elétrica. 15

Antecedentes da Invenção

A frenagem de veículos de transporte de carga e/ou de passageiros é um aspecto de operação muito importante e que vem sofrendo avanços ao longo dos anos. Os sistemas atuais são baseados em frenagem por atrito, 20 frenagem dinâmica e frenagem regenerativa.

A frenagem por atrito está presente numa grande quantidade de veículos, desde pequenos automóveis até grandes trens de transporte de carga, com as diferenças construtivas próprias de cada caso. Nestes casos, a 25 energia cinética é convertida em calor devido ao atrito. Um importante aspecto negativo da frenagem por atrito é o elevado desgaste dos componentes envolvidos.

Nas frenagens dinâmica e regenerativa, os motores elétricos de tração passam a operar como geradores e convertem a energia cinética associada ao 30 veículo em movimento em energia elétrica. Estes geradores produzem um

conjugado em sentido contrário ao da rotação, resultando em uma força de frenagem para o veículo. A energia elétrica gerada pode ser fornecida para o sistema elétrico de alimentação (frenagem regenerativa), como no caso de metrô, ou dissipada em resistores (frenagem dinâmica), como no caso de

5 trens diesel-elétricos ou mesmo apenas elétricos. No caso de automóveis híbridos ou elétricos, a energia elétrica recuperada é armazenada em suas baterias ou capacitores. Destaca-se que, nos casos citados, as máquinas elétricas são rotativas.

A presente invenção apresenta como inovação a utilização da máquina linear de indução, com o seu respectivo sistema de acionamento e controle, para

10 produzir a frenagem dos veículos de forma independente da atuação dos motores de tração (elétricos ou não), acompanhada de geração de energia elétrica por recuperação ou conversão da energia cinética. Ela pode ser utilizada em qualquer tipo de veículo, mas é particularmente útil para veículos que não

15 possuem conexão direta com um sistema externo de alimentação elétrica, como por exemplo, trens e ônibus. O sistema também pode ser utilizado para reforço de propulsão dos veículos em trechos onde há aclives. Por outro lado, nos casos de declives, há também a possibilidade de frenagem controlada para o veículo, acompanhada de geração de energia elétrica.

20 No âmbito patentário, foram localizados alguns documentos relevantes que serão descritos a seguir.

O documento US 5,788,003 revela um veículo movido a motores elétricos com um gerador linear embutido para recarregar as baterias, este gerador sendo

25 acoplado a um motor à combustão. A presente invenção difere deste documento por conter elementos de geração de energia externos ao veículo, mais precisamente ao longo de seu percurso, e por não necessitar de um motor a combustão para ocasionar a geração de energia.

O documento US 4,108,077 revela um veículo preso a trilhos que contém um sistema de frenagem regenerativa que utiliza a pressão de gases

30 acumulados durante a frenagem para impulsionar o veículo quando necessário. A presente invenção difere deste documento por, além de não requerer que o

veículo esteja vinculado a trilhos, possui seu sistema de regeneração de energia baseado em indução eletromagnética.

O documento US 2008/0000381 revela um sistema de frenagem regenerativa e propulsão para um veículo de trilhos que inclui a ação dos
5 motores elétricos que, como explicado anteriormente, funcionam como geradores durante a frenagem. A presente invenção difere deste documento por não necessitar do sistema de propulsão principal do veículo para se gerar energia, por possuir partes do dispositivo dispostas ao longo de seu percurso, e por possuir geração de eletricidade de forma linear.

O documento EP 1 688 329 revela um veículo compreendendo um
10 sistema interno de frenagem e controle de frenagem através de geração de energia elétrica. A presente invenção difere deste documento por prever a reutilização da eletricidade gerada na frenagem para a propulsão do veículo, e por não estar compreendida apenas dentro do veículo, mas sim possuir partes
15 dispostas ao longo de seu percurso.

O documento US 5,984,034 revela um veículo híbrido que possui um sistema principal de locomoção a combustão e um sistema secundário de locomoção por motor elétrico, independentes um do outro, compreendendo um sistema de frenagem regenerativa incorporado aos freios do veículo. A presente
20 invenção difere deste documento por prever a reutilização da eletricidade gerada na frenagem para a propulsão do veículo, por conter um sistema de frenagem e propulsão não rotativo, mas sim linear, e por não estar compreendida apenas dentro do veículo.

O documento US 2009/0032350 revela um método e sistema para se
25 utilizar pelo menos um gerador elétrico linear para se desacelerar veículos de trilhos, e reutilizar a energia resultante gerada no processo para alimentar um circuito elétrico qualquer. A presente invenção difere deste documento por prever a reutilização da eletricidade gerada na frenagem para a propulsão do veículo, e por não requerer que o veículo esteja vinculado a trilhos.

Do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados
30 documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção,

de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

Sumário da Invenção

5 Em um aspecto, a presente invenção proporciona um aparato reaproveitador de energia por indução eletromagnética e um processo de produção do mesmo.

É, portanto, um dos objetos da presente invenção um aparato reaproveitador de energia por indução eletromagnética compreendendo:

10 a) meios para se gerar um ou mais campos eletromagnéticos, instalados em um veículo e/ou em seu percurso;

b) pelo menos um condutor capaz de interagir com o campo eletromagnético gerado por a), instalado em um veículo e/ou em seu percurso;

15 c) meios para frenagem eletromagnética, geração de energia elétrica e propulsão de um veículo utilizando os elementos a) e b).

Em uma configuração preferencial, os meios para se gerar campos e interagir com condutores compreendem o princípio de uma máquina elétrica linear de indução, preferencialmente com seu primário localizado no veículo e seu secundário localizado em seu percurso, ou, mais preferencialmente, com seu primário localizado no percurso e seu secundário localizado veículo.

20 Em uma configuração preferencial, o aparato inclui conversor eletrônico de frequência do tipo regenerativo ou bidirecional.

Em uma configuração preferencial, o aparato inclui retificador eletrônico controlado.

25 Em uma configuração preferencial, o aparato inclui bancos de capacitores.

Em uma configuração preferencial, o aparato inclui banco de baterias e/ou capacitores.

30 Em uma configuração preferencial, o aparato inclui módulo de controle de frenagem e recuperação de energia.

É um objeto adicional da presente invenção um processo de reaproveitamento de energia cinética para veículos compreendendo:

a) frenagem de um veículo através de indução eletromagnética linear instalada de forma independente do sistema principal de propulsão e frenagem do veículo citado;

b) armazenamento e reutilização da energia elétrica gerada no processo;

Em uma configuração preferencial, o processo de reaproveitamento de energia cinética para veículos se dá através do aparato reaproveitador de energia por indução eletromagnética da presente invenção.

É um objeto adicional da presente invenção um processo de produção de aparato reaproveitador de energia por indução eletromagnética compreendendo as seguintes etapas:

a) aquisição dos materiais necessários;

b) montagem e programação do aparato compreendendo:

i) meios para se gerar um ou mais campos eletromagnéticos, instalados em um veículo e/ou em seu percurso;

ii) pelo menos um condutor capaz de interagir com o campo eletromagnético gerado por a), instalado em um veículo e/ou em seu percurso;

iii) meios para frenagem eletromagnética, geração de energia elétrica e propulsão de um veículo utilizando os elementos a) e b).

Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição das Figuras

As figuras 1 e 2 exemplificam uma possibilidade de localização da máquina linear de indução em relação ao veículo, que nos exemplos

apresentados são um ônibus (figura 1) e um trem (figura 2), onde: (1) bloco de material ferromagnético para o alojamento de bobinas de fios ou barras de material condutor; (2) enrolamento de bobinas; (3) condutor de eletricidade acoplado mecanicamente à parte (4), podendo ser lâmina de material bom condutor ou barras de material bom condutor de eletricidade interligadas e alojadas em ranhuras localizadas na parte (4), formando o que se denomina tradicionalmente de "ladder" nas máquinas lineares de indução; e (4) bloco de material ferromagnético, maciço ou laminado.

A figura 3 revela uma vista lateral do aparato instalado em um veículo e em seu percurso, onde: (SV) sensores de velocidade e de posição; (MC) módulo de controle; (CFR) conversor de frequência regenerativo; (SEC) secundário; (PRI) primário; e (SE) sistema elétrico.

A figura 4 revela outra realização preferencial do aparato da presente invenção, onde: (PRI) primário; (SEC) secundário; (CAP) banco de capacitores; (RC) retificador eletrônico controlado; e (BAT) banco de baterias e/ou capacitores.

Descrição Detalhada da Invenção

Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

Aparato Reaproveitador de Energia por Indução Eletromagnética

O aparato reaproveitador de energia por indução eletromagnética da presente invenção compreende:

a) meios para se gerar um ou mais campos eletromagnéticos, instalados em um veículo e/ou em seu percurso;

b) pelo menos um condutor capaz de interagir com o campo eletromagnético gerado por a), instalado em um veículo e/ou em seu percurso;

c) meios para frenagem eletromagnética, geração de energia elétrica e/ou propulsão de um veículo utilizando os elementos a) e b).

Indução Eletromagnética Linear

Em uma configuração preferencial, os meios para se gerar campos e interagir com condutores compreendem o princípio de uma máquina elétrica linear de indução, preferencialmente com seu primário localizado no veículo e seu secundário localizado em seu percurso, ou, mais preferencialmente, com seu primário localizado no percurso e seu secundário localizado veículo.

O processo de indução eletromagnética linear é uma das partes que compõem a presente invenção. Ela pode operar como motor ou como gerador, de forma semelhante ao que ocorre nas máquinas elétricas girantes convencionais.

Os princípios da máquina linear de indução são os mesmos princípios da máquina de indução girante convencional. O primário da máquina linear desempenha a mesma função do estator da máquina girante. O termo estator não é mais adequado, pois na máquina linear ele também pode ser móvel. O rotor passa a ser denominado de secundário e, assim como o primário, ele pode ser fixo ou móvel.

As correntes que circulam pelo enrolamento do primário produzem um campo magnético viajante (de translação), idealmente de distribuição senoidal, que induz correntes elétricas no secundário. A interação entre estas correntes e o campo viajante produz a força eletromagnética, que pode ser de tração ou de frenagem, dependendo da necessidade. O campo magnético resultante das correntes do primário e do secundário induz forças eletromotrizes no enrolamento primário. Estas forças eletromotrizes existem tanto na operação como gerador quanto na operação como motor.

A potência reativa necessária para a criação do campo magnético viajante pode vir da própria rede elétrica, de um conversor ou de um banco de capacitores em derivação com o enrolamento primário, ou de uma combinação desses sistemas.

A velocidade do campo magnético viajante também é denominada de velocidade linear síncrona (v_s). Ela depende do passo polar (τ) e da frequência (f), da seguinte forma:

$$v_s = 2\tau f \quad (1)$$

A velocidade da parte móvel (v), que pode ser o primário ou o secundário, é diferente da velocidade síncrona. Esta diferença é expressa pelo escorregamento:

$$s = (v_s - v) / v_s \quad (2)$$

O sinal do escorregamento determina se a máquina opera como motor ou como gerador. A velocidade linear síncrona e a velocidade da parte móvel possuem o mesmo sentido, apenas os seus valores são diferentes.

No funcionamento como motor, o escorregamento é positivo ($v < v_s$) e a força eletromagnética é no mesmo sentido da velocidade, ou seja, de tração (ou positiva). No funcionamento como gerador, o escorregamento é negativo ($v > v_s$), e a força eletromagnética é em sentido contrário ao da velocidade, ou seja, de frenagem (ou negativa).

No funcionamento como motor, a potência mecânica é positiva, ou seja, o motor produz potência mecânica. A potência mecânica associada à frenagem é negativa, ou seja, entregue à máquina e daí convertida em potência elétrica. Esta condição de funcionamento depende da excitação em tensão e frequência impostas ao primário.

As figuras 1 e 2 exemplificam uma possibilidade de localização da máquina linear de indução em relação ao veículo, que nos exemplos apresentados são um ônibus (figura 1) e um trem (figura 2). Porém, o sistema pode ser utilizado em qualquer tipo de veículo de transporte de carga e/ou passageiros. As figuras 1 e 2 representam exemplos de implementação física do sistema e serão utilizadas com a finalidade de descrição geral do funcionamento do mesmo. Porém, há ainda outras possibilidades de disposição do primário e do secundário que também permitem o funcionamento do

sistema. A condição geral é que haja acoplamento magnético entre o primário e o secundário, e que a força eletromagnética gerada atue em direção compatível com o movimento do veículo, agindo como força de propulsão ou de frenagem.

5 Processo de Reaproveitamento de Energia Cinética para Veículos

É um objeto adicional da presente invenção um processo de reaproveitamento de energia cinética para veículos compreendendo:

10 a) frenagem de um veículo através de indução eletromagnética linear instalada de forma independente do sistema principal de propulsão e frenagem do veículo citado;

b) armazenamento e reutilização da energia elétrica gerada no processo;

Em uma configuração preferencial, o processo de reaproveitamento de energia cinética para veículos se dá através do aparato reaproveitador de energia por indução eletromagnética da presente invenção.

15 Processo de Produção de Aparato Reaproveitador de Energia por Indução Eletromagnética

O processo de produção de aparato reaproveitador de energia por indução eletromagnética compreende as seguintes etapas:

20 a) aquisição dos materiais necessários;

b) montagem e programação do aparato compreendendo:

i) meios para se gerar um ou mais campos eletromagnéticos, instalados em um veículo e/ou em seu percurso;

25 ii) pelo menos um condutor capaz de interagir com o campo eletromagnético gerado por a), instalado em um veículo e/ou em seu percurso;

30 iii) meios para frenagem eletromagnética, geração de energia elétrica e/ou propulsão de um veículo utilizando os elementos a) e b).

Exemplo 1. Realização Preferencial

Entre as possibilidades de arranjos, pode-se citar, como exemplo: a utilização de uma máquina linear de indução com primário único e um secundário (chapa de material condutor ou conjunto de condutores, por exemplo) fixo ao veículo com liberdade para se deslocar junto à face do primário; a utilização de uma máquina linear de indução com primário composto de duas faces paralelas (primário duplo) e um secundário fixo ao veículo com liberdade para se deslocar entre as faces do primário; os mesmos arranjos anteriores nos quais o primário está fixo no veículo e o secundário é estático; os mesmos arranjos anteriores nos quais vários primários podem ser utilizados montados no entorno do veículo e assim também os secundários; os mesmos arranjos anteriores com múltiplos primários ao longo da trajetória de descolamento do veículo e assim também os secundários. Assim, nos casos que há um trilho ou via que garanta um movimento bem definido do veículo, o secundário e o primário podem estar localizados em qualquer posição no entorno do veículo e podem ser múltiplos.

Nas figuras 1 e 2, as partes que compõem a máquina linear de indução estão numeradas de 1 até 4. A parte 1 é um bloco de material ferromagnético, de alta permeabilidade magnética e com baixas perdas por histerese magnética e por correntes de Foucault, dotado de ranhuras (rasgos ou canaletas) para o alojamento de bobinas de fios ou barras de material condutor. O conjunto destas bobinas forma o enrolamento, representado como parte número 2 nas figuras 1 e 2. Este enrolamento pode ser polifásico, ou seja, composto por um, dois ou mais conjuntos de bobinas (fases), conforme a necessidade de aplicação. As partes 1 e 2 formam o componente denominado de primário da máquina linear de indução, que está localizado fora do veículo e fixado mecanicamente na via de transporte.

As partes 3 e 4, indicadas nas figuras 1 e 2, formam o componente denominado de secundário da máquina linear de indução, que está acoplado mecanicamente na parte inferior do veículo e fixado mecanicamente ao mesmo. A parte 3 é uma chapa de material condutor ou um conjunto de

condutores, ou seja, de baixa resistividade elétrica, e a parte 4 é um bloco de material ferromagnético, de alta permeabilidade magnética e com baixas perdas por histerese magnética e por correntes de Foucault.

O esboço apresentado na figura 3, que corresponde a uma vista lateral do veículo, auxilia o entendimento sobre o funcionamento do sistema conectado ao sistema elétrico. Além da máquina linear de indução, o sistema possui um conversor eletrônico de frequência regenerativo ou bidirecional, e um módulo de controle de frenagem e de regeneração de energia. Pode também haver no veículo um sistema de armazenamento da energia elétrica obtida por frenagem regenerativa.

Quando o veículo atinge uma estação de frenagem, sua velocidade e posição são medidas por sensores de velocidade e de posição (SV), respectivamente, que fornecem sinais elétricos de referência para o módulo de controle (MC). Com isto, o módulo de controle (MC) fornece outro sinal elétrico para o conversor de frequência regenerativo (CFR). Quando a parte frontal do secundário (SEC), e do veículo, fica em frente ao primário (PRI), o conversor de frequência regenerativo é conectado ao sistema elétrico (SE) e acionado, e o enrolamento primário é alimentado em corrente alternada, com valor de frequência apropriado para que a velocidade linear síncrona seja menor do que a velocidade do secundário, ou seja, para que o escorregamento seja negativo.

Sob a condição de escorregamento negativo, a máquina linear de indução opera como gerador. Isto significa que a energia cinética do veículo é convertida em energia elétrica, e fornecida para o sistema elétrico através do conversor de frequência regenerativo ou armazenada. A força eletromagnética desenvolvida pela máquina linear produz frenagem do veículo.

A velocidade do veículo é continuamente monitorada, de modo que durante a diminuição de sua velocidade, devida à frenagem, a frequência de alimentação do primário também seja reduzida para que o escorregamento permaneça negativo. O controle do escorregamento, da frequência e das tensões nos enrolamentos possibilita o controle da força de frenagem e da energia recuperada para o sistema elétrico.

O sistema também pode ser utilizado como *thrust booster* de veículos, para que os mesmos possam melhor vencer aclives, e recuperar energia pela forma elétrica em declives.

5 Há ainda outra possibilidade de configuração do sistema, que pode ser explicado com o auxílio da figura 4. Trata-se de um sistema recuperação de energia isolado do sistema elétrico, porém, utilizado para o carregamento de baterias ou de banco de capacitores.

O sistema (figura 4) é formado essencialmente pelos seguintes componentes: máquina linear de indução com primário (PRI) e secundário (SEC) dispostos na mesma configuração descrita anteriormente; banco de 10 capacitores (CAP); retificador eletrônico controlado (RC); banco de baterias (BAT) e/ou de capacitores.

Quando o veículo atinge uma estação de frenagem e a parte frontal do secundário, e do veículo, fica em frente ao primário, a densidade de fluxo 15 magnético residual em movimento induz forças eletromotrizes no enrolamento primário. Como este enrolamento está conectado ao banco de capacitores, circulam correntes que criam um campo magnético de translação no primário. O efeito capacitivo produz um aumento contínuo no campo resultante que, por sua vez, faz aumentar as forças eletromotrizes geradas no enrolamento até 20 que ocorra a saturação do circuito magnético da máquina. Este processo é definido na literatura especializada como sendo o escorvamento da máquina. A tensão gerada é retificada, filtrada e o seu valor médio devidamente controlado por um retificador eletrônico controlado (RC) de forma a carregar o banco de baterias ou de capacitores.

25 A energia cinética recuperada para as baterias e/ou banco de capacitores pode ser utilizada para diversos fins. Entre eles, pode-se citar como exemplo, a iluminação e serviços da estação de parada e de trechos da via.

Reivindicações

**APARATO REAPROVEITADOR DE ENERGIA POR INDUÇÃO
ELETROMAGNÉTICA, PROCESSO DE REAPROVEITAMENTO DE ENERGIA E
PROCESSO DE PRODUÇÃO**

5

1. Aparato reaproveitador de energia por indução eletromagnética caracterizado por compreender:
 - a) meios para se gerar um ou mais campos eletromagnéticos, instalados em um veículo e/ou em seu percurso;
 - 10 b) pelo menos um condutor capaz de interagir com o campo eletromagnético gerado por a), instalado em um veículo e/ou em seu percurso;
 - c) meios para frenagem eletromagnética, geração de energia elétrica e/ou propulsão de um veículo utilizando os elementos a) e b).
- 15 2. Aparato reaproveitador de energia, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo princípio compreender pelo menos um elemento primário localizado no veículo e pelo menos um elemento secundário localizado em seu percurso.
3. Aparato reaproveitador de energia, de acordo com a reivindicação 2,
20 caracterizado pelo princípio compreender pelo menos um elemento secundário localizado no veículo e pelo menos um elemento primário localizado em seu percurso.
4. Aparato reaproveitador de energia, de acordo com qualquer reivindicação de
25 1 a 4, caracterizado por compreender conversor eletrônico de frequência do tipo regenerativo ou bidirecional.
5. Aparato reaproveitador de energia, de acordo com qualquer reivindicação de
1 a 5, caracterizado por compreender retificador eletrônico controlado.
6. Aparato reaproveitador de energia, de acordo com qualquer reivindicação de
1 a 6, caracterizado por compreender bancos de capacitores.

7. Aparato reaproveitador de energia, de acordo com qualquer reivindicação de 1 a 7, caracterizado por compreender banco de baterias e/ou capacitores.
8. Aparato reaproveitador de energia, de acordo com qualquer reivindicação de 1 a 8, caracterizado por compreender módulo de controle de frenagem e recuperação de energia.
9. Processo de reaproveitamento de energia cinética para veículos caracterizado por compreender as etapas de:
- a) frenagem de um veículo através de indução eletromagnética linear instalada de forma independente do sistema principal de propulsão e frenagem do veículo citado;
 - b) armazenamento e reutilização da energia elétrica gerada no processo;
10. Processo de reaproveitamento de energia, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por se dar através do uso de um aparato conforme descrito nas reivindicações de 1 a 8.
11. Processo de produção de aparato reaproveitador de energia por indução eletromagnética caracterizado por compreender as etapas de:
- a) aquisição dos materiais necessários;
 - b) montagem e programação do aparato compreendendo:
 - i) meios para se gerar um ou mais campos eletromagnéticos, instalados em um veículo e/ou em seu percurso;
 - ii) pelo menos um condutor capaz de interagir com o campo eletromagnético gerado por a), instalado em um veículo e/ou em seu percurso;
 - iii) meios para frenagem eletromagnética, geração de energia elétrica e propulsão de um veículo utilizando os elementos a) e b).

Figuras

Figura 1

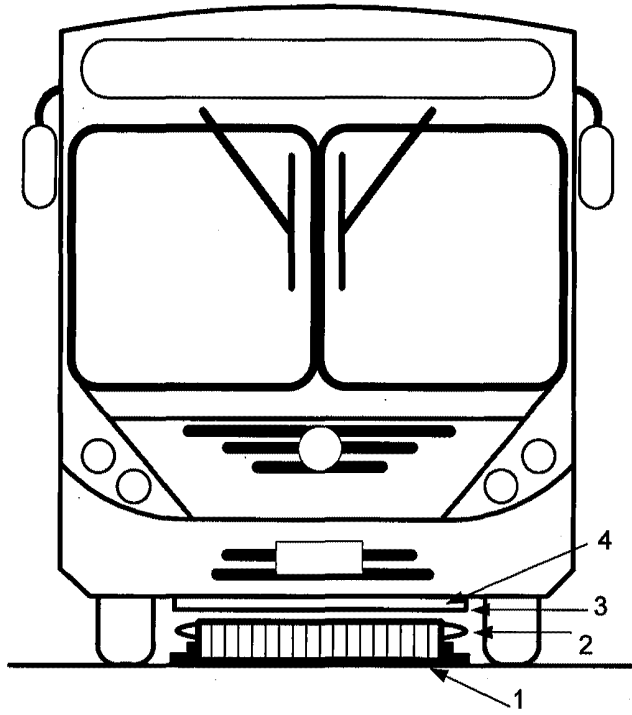


Figura 2

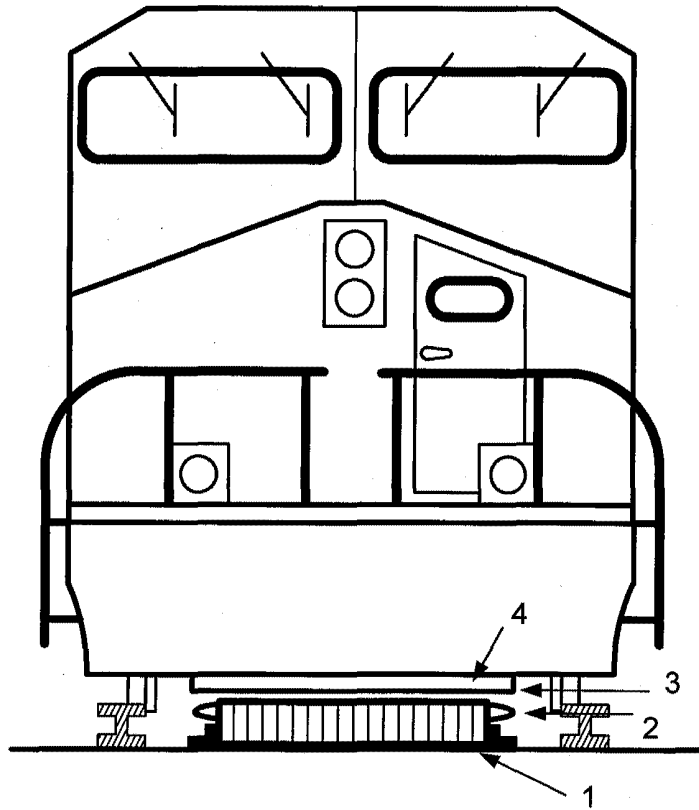


Figura 3

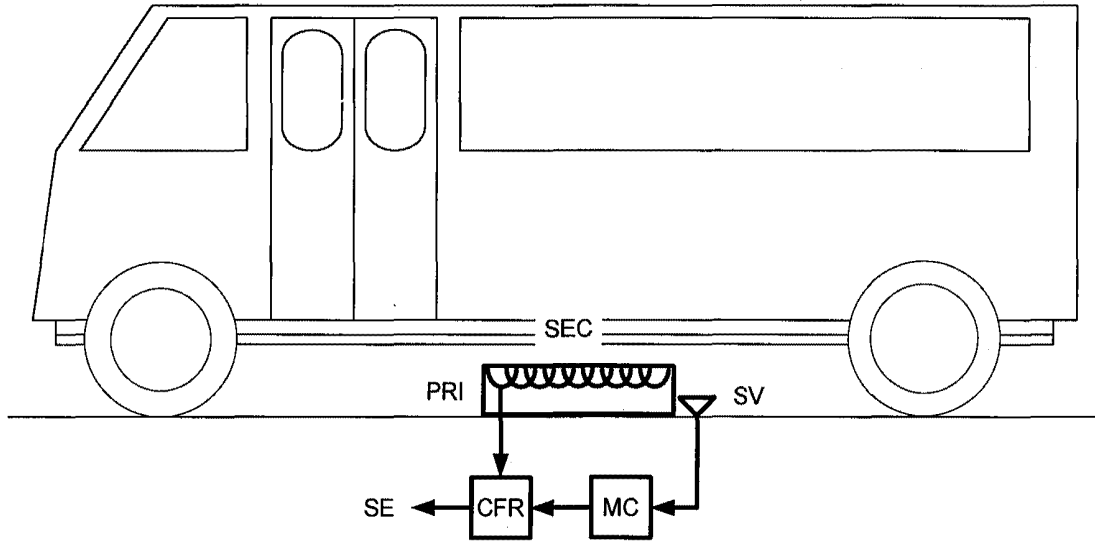
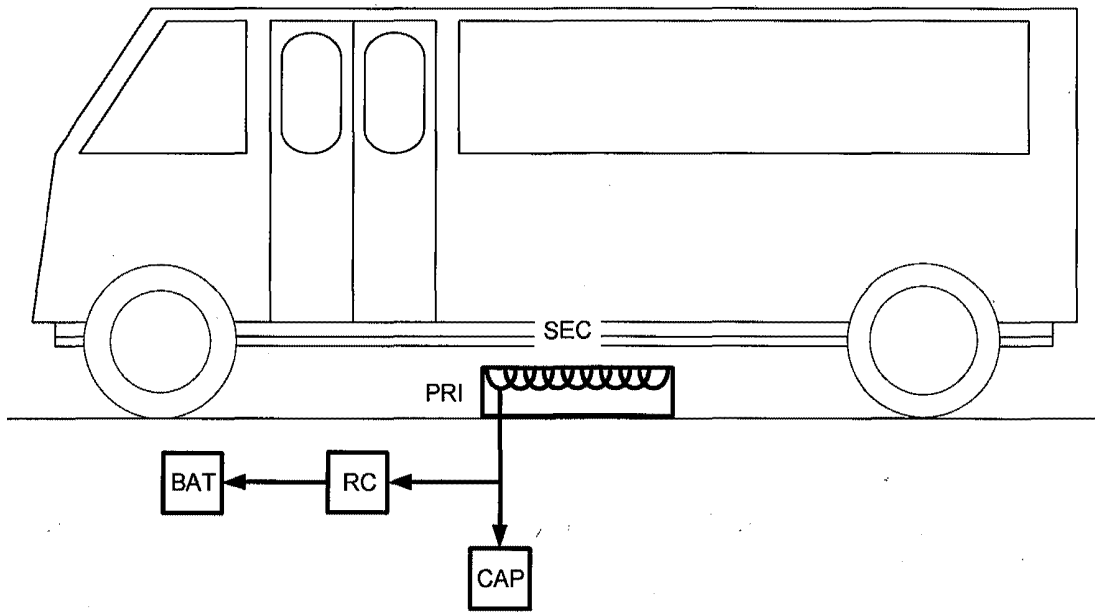


Figura 4



Resumo**APARATO REAPROVEITADOR DE ENERGIA POR INDUÇÃO
ELETROMAGNÉTICA, PROCESSO DE REAPROVEITAMENTO DE ENERGIA E
PROCESSO DE PRODUÇÃO**

5

A presente invenção diz respeito à área de veículos de transporte de carga e/ou passageiros e a um aparato para a frenagem de veículos acompanhada de geração de energia elétrica para o sistema elétrico ou para armazenamento. Possibilita também o reforço de propulsão para veículos em trechos de aclive. Particularmente, a presente invenção está relacionada à utilização de máquinas lineares, conversores eletrônicos de potência e módulos de controle para a finalidade de propulsão, frenagem e recuperação de energia cinética.

10