

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

(21) PI 1103525-0 A2



(22) Data de Depósito: 06/07/2011

(43) Data da Publicação: 02/06/2015  
(RPI 2317)

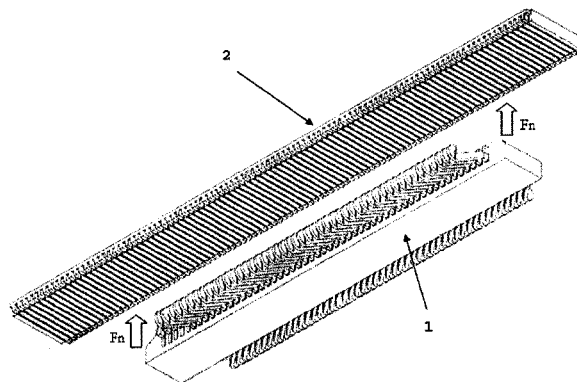
(54) **Título:** MOTOR LINEAR APLICADO A VEÍCULOS DE TRANSPORTE POR LEVITAÇÃO MAGNÉTICA

(51) **Int.CI.:** B60L13/03; B60L13/10

(73) **Titular(es):** Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

(72) **Inventor(es):** Ivan Eduardo Chabu

(57) **Resumo:** MOTOR LINEAR APLICADO A VEÍCULOS DE TRANSPORTE POR LEVITAÇÃO MAGNÉTICA O motor linear da presente invenção apresenta uma configuração em que a posição do secundário (2) é invertida e o mesmo é posicionado acima do primário (1) que está conectado ao veículo (4), ocasionando uma força de atração ou força normal ( $F_n$ ) entre o primário (1) e secundário (2), que possui o mesmo sentido da força de levitação magnética, e assim contribuindo com a levitação e consequente sustentação do veículo. Para que os núcleos do primário (1) e secundário (2) fiquem frontalmente expostos, os mesmos são montados em suportes específicos de modo a permitir a manifestação dos esforços normais de forma útil na sustentação do veículo, O secundário (2), solidário à via permanente (3), deve ficar com a face de seu núcleo magnético voltada para baixo, enquanto o primário (1), solidário ao veículo (4) deve ficar com a face de seu núcleo voltada para cima. Os suportes que permitem essa montagem são em forma de "C".



**MOTOR LINEAR APLICADO A VEÍCULOS DE TRANSPORTE POR LEVITAÇÃO  
MAGNÉTICA**

A presente patente de invenção tem por objetivo um motor linear de face simples, aplicado a veículos de transporte por levitação magnética, que apresenta uma configuração de montagem de forma a aproveitar a força de atração entre o primário e o secundário, em que o secundário tem sua posição usual invertida, de modo a estar solidário à via e exercer uma força vertical com sentido de baixo para cima sobre o primário, que está solidário ao veículo, contribuindo desta maneira com as forças de levitação.

Descrição do estado da técnica e os problemas existentes:

Os motores lineares já são amplamente conhecidos no estado da técnica, demonstrando se tratar de uma tecnologia bastante consolidada, sendo observados alguns documentos de patente relacionados a esse tema, os quais são aqui comentados a nível de ilustração do estado da técnica.

A patente US 6.502.517, publicada em 07/01/2003, descreve um arranjo para operar um sistema de transporte com veículo de levitação magnética em que o arranjo consiste de um sistema integrado que inclui um sistema de transmissão indutiva de potência elétrica, descreve também um motor linear para transmissão de potência motriz e um sistema de levitação para transmissão de uma força de sustentação e/ou força lateral guia.

A patente US 6.510.799, publicada em 28/01/2003, descreve aparelhos, sistemas e métodos para levitação e movimento de objetos em que um caminho com trilhos inferiores com magnetos posicionados reciprocamente em

oposição e alinhados tal que a superfície superior de cada um dos trilhos inferiores possui uma polaridade uniforme e o objeto com os trilhos superiores possui magnetos permanentes alinhados com os trilhos inferiores e orientados para opor polaridade aos magnetos inferiores permanentes.

O pedido de patente US 20.100.258.027, publicado em 14/10/2010, descreve um trem de levitação magnética que compreende um sistema de via formado por transportadores e um veículo que possui pelo menos um sistema magnético que, junto com caixas estatoras montadas no sistema de via, formam um longo motor linear e durante a operação é colocado a uma distância das caixas estatoras por meio de um pequeno vão de transporte.

O pedido de patente PI 0800370-0, publicado em 27/10/2009, descreve um sistema de levitação magnética mista com ímãs permanentes instalados no interior de uma estrutura de perfil móvel contida lateralmente por duas outras vigas de perfil e fixas com função estrutural e ferromagnética, que permite à viga móvel levitar através dos controles eletrônicos de posição que através da variação do campo magnético permite superar a restrição do teorema de Earnshaw por levitação sobre ímãs permanentes, com economia de energia.

O pedido de patente PI 9506160-6, publicado em 26/11/1996, descreve um sistema eletrônico e informatizado de transporte coletivo e/ou de cargas tratando da levitação de veículo através da colocação de plaquetas metálicas embaixo de um veículo com carga elétrica de mesmo sinal das plaquetas metálicas posicionadas no solo, fazendo com que o

veículo levite, sendo seu deslocamento proporcionado por uma turbina de aceleração.

O pedido de patente US 2008/0148991, publicado em 26/06/2008, descreve um sistema de transporte com levitação magnética ilustrando um veículo sendo transportado através de um trilho superior.

Ainda, o pedido de patente US 6.286.434, publicado em 11/09/2001 descreve um sistema de propulsão para um veículo de levitação magnética que inclui uma guia de condução e um mecanismo de suspensão magnético montado no veículo. Esse documento trata de um motor linear de primário longo, sendo preparada para o sistema "Transrapid" onde as questões de levitação, propulsão e guiamento são tratadas em conjunto, o que difere da invenção proposta no presente pedido de patente que trata de um motor linear de primário curto e gerenciamento da propulsão com facilitação da levitação. Além disso, o pedido de patente mencionado refere-se a um motor linear de corrente contínua (vide reivindicação 1), enquanto o motor contemplado na presente invenção é um motor de indução.

Entretanto, não se observa, na descrição desses documentos de patente, a preocupação em se obter vantagens em aplicações com veículos de levitação magnética através de possíveis alterações na configuração física do sistema de tração.

Os motores lineares de face simples estão sujeitos a uma força de atração entre o primário e o secundário. No caso de veículos roda-trilho, esta força de atração auxilia na aderência da roda com o trilho, porém, para o caso de veículos de levitação magnética (MagLev), esta força implica

em uma maior solicitação no esforço para manter o veículo levitando.

Os motores lineares são particularmente bem adaptados ao uso em propulsão veicular. Produzem um esforço de tração 5 que independe de aderência, permitindo elevadas taxas de aceleração e fortes aclives na via a serem vencidos pelo veículo. Essa última característica é importante em sistemas de transporte urbano, onde possibilita melhor acomodação da via ao relevo da região, contribuindo para redução dos 10 custos de implantação do sistema. Associando-se sistemas de levitação magnética com o motor linear de indução, este precisará sempre de um grande entreferro, devido às oscilações advindas do carregamento e da dinâmica de movimento do veículo. Desse modo, o motor é construído com 15 núcleo de material ferromagnético no seu secundário, como forma de limitar o consumo de potência reativa de magnetização. O uso de material ferromagnético nos núcleos do primário e secundário, permeados pelo campo magnético estabelecido no entreferro, dá origem a forças de atração 20 entre as faces dos mesmos, usualmente muito superiores aos esforços de propulsão, sendo que tais forças de atração agem em sentido contrário as forças magnéticas de levitação, limitando o funcionamento do veículo, especialmente no transporte de cargas muito pesadas.

25 Apresentação da solução em linhas gerais:

Na presente invenção, o motor linear é montado de forma a aproveitar as forças de atração entre os entreferros posicionados no primário curto e secundário longo, em que a posição usual do secundário, é invertida, permanecendo acima 30 do primário, de modo a exercer uma componente vertical de

baixo para cima sobre o primário, que está conectado ao veículo, contribuindo desta maneira com as forças de levitação.

Apresentação das figuras:

5 A figura 1 é uma vista em perspectiva do secundário e primário, frente a frente.

A figura 2 é uma vista frontal do sistema composto pelo veículo, via, primário e secundário.

10 A figura 3 é uma vista lateral do sistema composto pelo veículo, via, primário e secundário.

Descrição Detalhada da invenção:

A descrição da invenção é melhor compreendida juntamente com a análise das figuras 1 a 3 dos desenhos.

15 O motor linear da presente invenção apresenta uma configuração em que a posição do secundário (2) é invertida e o mesmo é posicionado de forma elevada em relação à via permanente (3) e também de forma superior em relação ao primário (1) que está conectado ao veículo (4), ocasionando uma força de atração ou força normal ( $F_n$ ) entre o primário e  
20 secundário, que possui o mesmo sentido da força de levitação magnética, e assim contribuindo com a levitação e consequente sustentação do veículo (4). A força ( $F_n$ ) está representada na figura 1 dos desenhos para uma melhor compreensão.

25 Para que os núcleos do primário (1) e secundário (2) fiquem frontalmente expostos, os mesmos são montados em suportes específicos de modo a permitir a manifestação dos esforços normais de forma útil na sustentação do veículo (4). O secundário (2), solidário à via permanente (3), deve  
30 ficar com a face de seu núcleo magnético voltada para baixo,

enquanto o primário (1), solidário ao veículo (4) deve ficar com a face de seu núcleo voltada para cima. Os suportes que permitem essa montagem são em forma de "C", e podem ser observados na figura 2 dos desenhos.

5 O suporte (5) do primário (1) consolida o seu núcleo à estrutura do veículo (4), transferindo a esse último tanto os esforços de propulsão quanto os esforços normais de sustentação. Nas extremidades do suporte (5) ficam alojadas rodas de segurança (6), que objetivam proteger o primário  
10 (1) de eventuais impactos contra o secundário (2), bem como contra as laterais dos suportes, durante oscilações do sistema de levitação na movimentação do veículo (4). As rodas (6) são melhor observadas na figura 3 dos desenhos. O suporte (5a) do secundário (2), que sustenta o núcleo e o  
15 fixa à via permanente (3), tem ainda alojadas em suas laterais, duas pistas metálicas (7) que servem de guia e limitador para as rodas de segurança (6) do primário (1). Os suportes do primário (1) e secundário (2) são construídos em chapas de aço estruturadas com nervuras de modo a apresentar  
20 grande rigidez quando submetidos aos esforços máximos de atração mútua entre as superfícies do primário e secundário. Essa característica é necessária de modo a limitar a flexão dos suportes a valores da ordem de 15% do mínimo entreferro, garantindo as margens de variação de magnitude desse último,  
25 bem como conservar o paralelismo entre as faces dos núcleos magnéticos.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Motor linear aplicado a veículos de transporte por levitação magnética, caracterizado pelo fato de compreender o secundário (2), solidário à via e com a face de seu núcleo magnético voltada para baixo, posicionado acima do primário (1) que está conectado ao veículo (4) com a face de seu núcleo voltada para cima.

2. Motor linear, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primário (1) e o secundário (2) são montados respectivamente em suportes (5) e (5a) em formato de "C".

3. Motor linear, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o suporte (5) do primário (1), consolida o seu núcleo à estrutura do veículo (4) e o suporte (5a) do secundário (2) sustenta o núcleo e o fixa à via permanente (3).

4. Motor linear, de acordo com as reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a força normal exercida entre primário (1) secundário (2) colabora com o esforço de levitação do veículo.

5. Motor linear, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que nas extremidades do suporte (5) do primário ficam alojadas rodas de segurança (6) limitadoras da oscilação vertical.

6. Motor linear, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que nas laterais do suporte (5a) do secundário (2), estão alojadas duas pistas metálicas (7) limitadoras da oscilação horizontal.



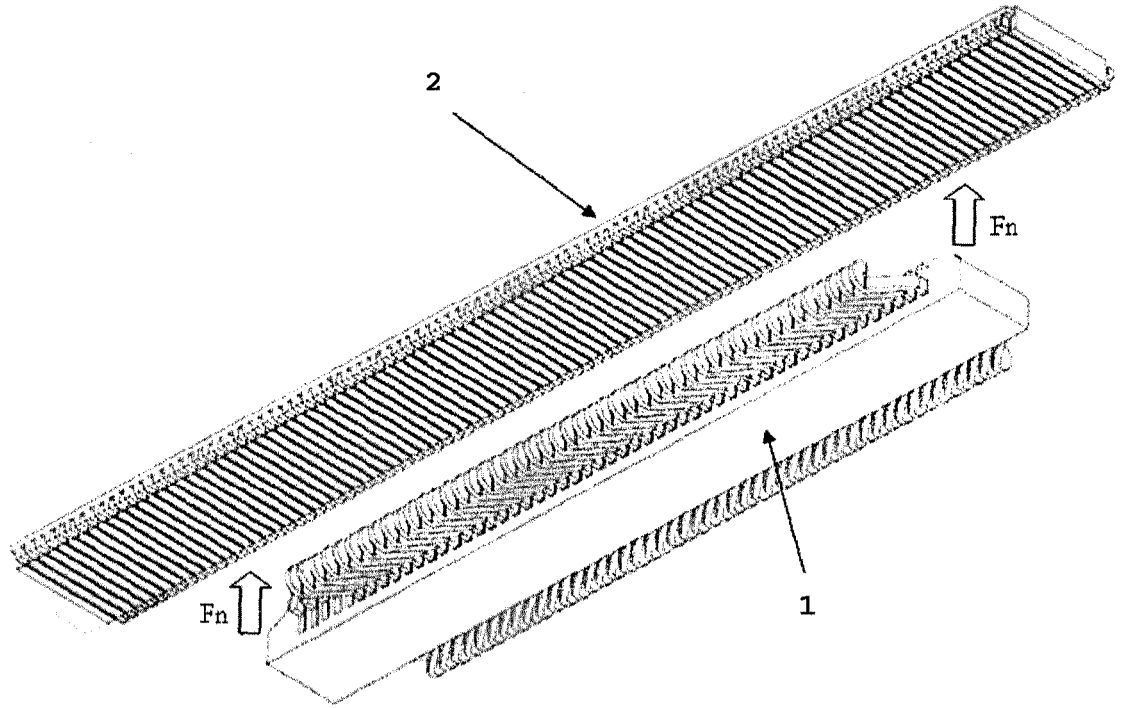


FIGURA 1

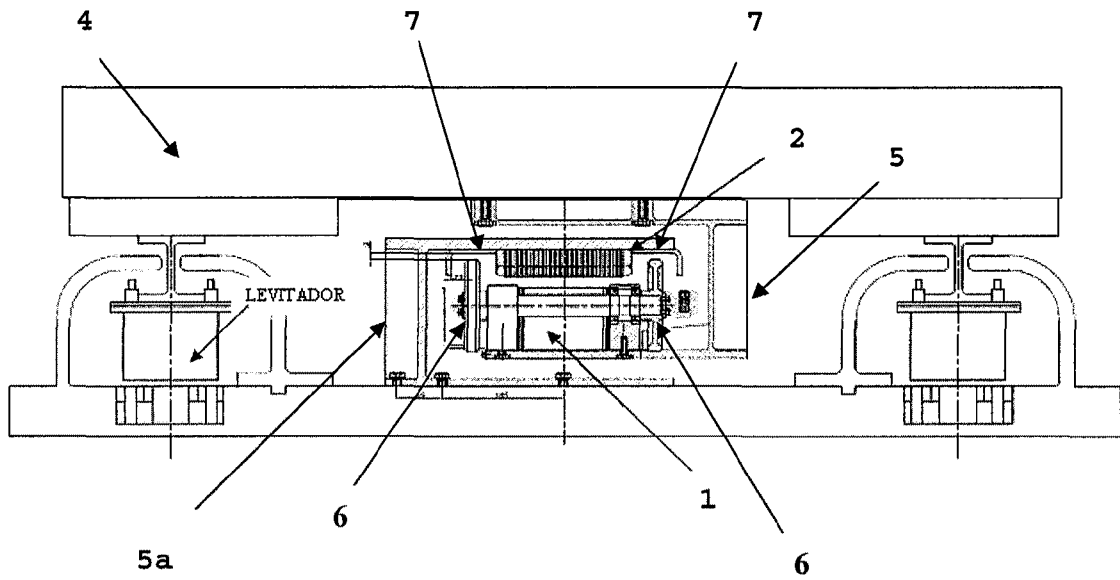


FIGURA 2

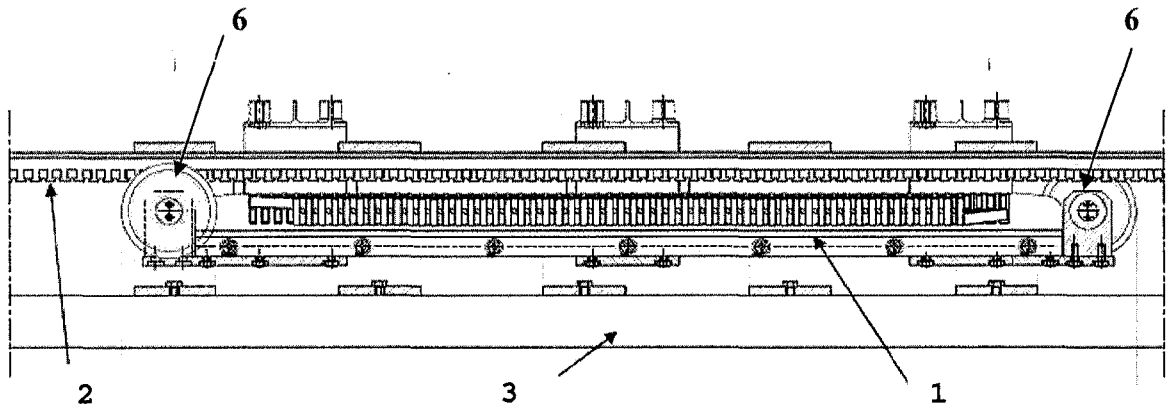


FIGURA 3

RESUMO**MOTOR LINEAR APLICADO A VEÍCULOS DE TRANSPORTE POR LEVITAÇÃO  
MAGNÉTICA**

O motor linear da presente invenção apresenta uma  
5 configuração em que a posição do secundário (2) é invertida  
e o mesmo é posicionado acima do primário (1) que está  
conectado ao veículo (4), ocasionando uma força de atração  
ou força normal ( $F_n$ ) entre o primário (1) e secundário (2),  
que possui o mesmo sentido da força de levitação magnética,  
10 e assim contribuindo com a levitação e conseqüente  
sustentação do veículo. Para que os núcleos do primário (1)  
e secundário (2) fiquem frontalmente expostos, os mesmos são  
montados em suportes específicos de modo a permitir a  
manifestação dos esforços normais de forma útil na  
15 sustentação do veículo. O secundário (2), solidário à via  
permanente (3), deve ficar com a face de seu núcleo  
magnético voltada para baixo, enquanto o primário (1),  
solidário ao veículo (4) deve ficar com a face de seu núcleo  
voltada para cima. Os suportes que permitem essa montagem  
20 são em forma de "C".