

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

(21) PI 0915596-1 A2



(22) Data do Depósito: 02/07/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 07/01/2010

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO PARA TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA PARA UM VEÍCULO

(51) Int. Cl.: B60M 3/04; B60L 5/00.

(30) Prioridade Unionista: 04/07/2008 GB 08123440.

(71) Depositante(es): BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH.

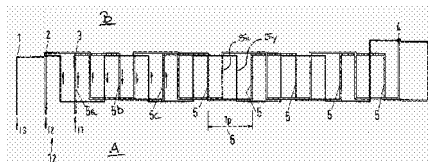
(72) Inventor(es): JÜRGEN MEINS; KURT VOLLENWYDER.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009004961 de 02/07/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/000495 de 07/01/2010

(85) Data da Fase Nacional: 03/01/2011

(57) Resumo: "SISTEMA E MÉTODO PARA TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA PARA UM VEÍCULO". A invenção se refere a um sistema para transferência de energia elétrica para um veículo (81, 92), em particular para um veículo ligado a caril, tal como um veículo leve sobre trilhos, em que: - o sistema compreende uma disposição de condutor elétrico (12) para produção de um campo eletromagnético alternado e para, assim, transferir a energia para o veículo (81; 92); - a disposição de condutor elétrico (12) compreende pelo menos duas linhas (1, 2, 3), em que cada linha (1, 2, 3) é adaptada para conduzir uma diferente de fases de uma corrente elétrica alternada; - a disposição de condutor compreende uma pluralidade de segmentos (T1, T2, T3, T4, T5), em que cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5), se estende ao longo de uma seção diferente do curso de deslocamento do veículo, cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5), compreende seções das pelo menos duas linhas e cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5), pode ser ligado e desligado separadamente dos outros segmentos.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMA E MÉTODO PARA TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA PARA UM VEÍCULO"**.

5 A presente invenção refere-se a um sistema e a um método para transferir energia elétrica para um veículo, em particular a um veículo ligado a carril, tal como um veículo leve sobre trilhos (por exemplo, um carro elétrico).

Em particular, veículos ligados a carril, tais como veículos sobre trilhos convencionais, veículos sobre monotrilho, ônibus elétrico e veículos
10 que são guiados em um trilho por outros meios, tais como outros meios mecânicos, meios magnéticos, meios eletrônicos e/ ou meios ópticos, requerem energia elétrica para propulsão sobre o trilho e para operação de sistemas auxiliares, que não produzem tração do veículo. Esses sistemas auxiliares são, por exemplos, sistemas de iluminação, sistemas de aquecimento e/ ou
15 de condicionamento de ar, os sistemas de ventilação e informação de passageiro. Contudo, mais particularmente falando, a presente invenção está relacionada com a transferência de energia elétrica para um veículo, que não é necessariamente (mas de preferência, um veículo ligado a carril. Geralmente falando, o veículo pode ser, por exemplo, um veículo tendo um sistema de propulsão híbrido, por exemplo, um sistema que pode ser operado
20 por energia elétrica ou por outra energia, tal como uma energia ou combustível armazenado eletroquimicamente (por exemplo, gás natural, gasolina ou óleo).

Veículos ligados a carril, em particular veículos para transporte
25 público de passageiros, usualmente, compreendem um coletor de corrente (alternativamente, um dispositivo) para, mecânica e eletricamente, contatar um condutor de linha ao longo do trilho, tal como um trilho elétrico ou uma linha aérea. Pelo menos um motor de propulsão a bordo dos veículos é alimentado com a energia elétrica do trilho ou linha externa e produz força de
30 propulsão mecânica. Carros elétricos e outros trens regionais ou locais são operados usualmente através de linhas aéreas dentro de cidades. Contudo, especialmente em partes históricas de cidades, linhas aéreas são indesejáveis.

veis. Por outro lado, os trilhos condutores no chão ou perto do chão causam problemas de segurança.

O WO 95/30556 A2 descreve um sistema de veículo elétrico acionado em estrada. O veículo todo elétrico tem um ou mais elementos ou dispositivos de armazenamento de energia *on-board* que podem ser rapidamente carregados ou energizados com energia obtida de uma fonte elétrica, tal como uma rede de baterias eletromecânicas. Os elementos de armazenamento de energia podem ser carregados enquanto o veículo está em operação. O carregamento ocorre através de uma rede de elementos de acoplamento de energia, por exemplo, bobinas embutidas na estrada.

A colocação das bobinas em localizações selecionadas ao longo do comprimento da estrada tem a desvantagem de que o armazenamento de energia a bordo do veículo precisa de uma grande capacidade de armazenamento. Além disso, se o veículo não alcançar a bobina seguinte a tempo, o veículo poderia ficar sem energia para propulsão ou outros fins. Portanto, pelo menos para algumas aplicações, é preferido transferir energia para o veículo continuamente ao longo do curso de deslocamento, isto é, ao longo do trilho.

A transferência indutiva de energia da pista para o veículo, isto é, produzindo campos eletromagnéticos, está sujeita a restrições com relação à EMC (compatibilidade eletromagnética). Por um lado, campos eletromagnéticos podem interferir com outros dispositivos técnicos. Por outro lado, pessoas e animais não serão submetidos aos campos eletromagnéticos permanentemente. Pelo menos, os respectivos valores limite para intensidade de campo devem ser observados.

É um objetivo da presente invenção proporcionar um sistema e um método para transferir energia elétrica para um veículo, em particular para um veículo ligado a carril, que permite a transferência contínua de energia elétrica durante o deslocamento e facilita o atendimento aos respectivos limites para EMC.

De acordo com a idéia básica da presente invenção, a energia é transferida de uma disposição de condutor elétrico, que é disposta ao longo

do trilho, para o veículo que se desloca no trilho sem ter contato elétrico entre o veículo e a disposição de condutor; A disposição de condutor conduz uma corrente alternada que gera um respectivo campo eletromagnético e o campo eletromagnético é usado para transferir a energia elétrica para o veículo.

De preferência, a disposição de condutor está localizada em e/ ou sob o trilho, por exemplo, sob a superfície do solo em que o veículo se desloca. Contudo, a invenção também inclui o caso em que pelo menos uma parte da disposição de condutor está localizada lateralmente do trilho, por exemplo, quanto o trilho está localizado no lado interior ou em um túnel.

A frequência da corrente alternada que circula através da disposição de condutor pode estar na faixa de 5 - 100 kHz, em particular na faixa de 10 - 30 kHz, de preferência, cerca de 20 kHz.

O princípio de transferência da energia pelos campos eletromagnéticos tem a vantagem de que a disposição de condutor pode ser isolada eletricamente contra contato. Por exemplo, os fios ou linhas da disposição de condutor podem ser enterrados no solo. Nenhum pedestre pode contatar não intencionalmente a linha enterrada. Além disso, o problema do desgaste e do dilaceramento de um coletor de corrente, que é usado para contatar linhas aéreas padrão ou trilhos carregados, é resolvido.

Como divulgado principalmente em WO 95/30556 A2, o veículo que está se deslocando na via férrea pode compreender pelo menos uma bobina e o campo eletromagnético gera uma voltagem elétrica alternada na bobina que pode ser usada para operar qualquer carga elétrica no veículo, tal como um motor de propulsão ou pode ser usada para carregar um sistema de armazenamento de energia, tal como baterias convencionais e/ ou super caps.

Em particular, o seguinte é proposto: um sistema para transferir energia elétrica para um veículo ligado a carril, em particular a um veículo leve sobre trilhos, tal como um carro elétrico, em que:

- o sistema compreende uma disposição de condutor elétrico para produzir um campo eletromagnético e para, assim, transferir a energia

para o veículo;

- a disposição de condutor elétrico compreende pelo menos duas linhas, em que cada linha é adaptada para conduzir uma diferente das fases de uma corrente elétrica alternada;

5 - a disposição de condutor compreende uma pluralidade de segmentos, em que cada segmento se estende ao longo de uma seção diferente do curso de deslocamento (por exemplo, os trilhos), cada segmento compreende seções das pelo menos duas linhas e cada segmento pode ser ligado e desligado separadamente dos outros segmentos.

10 É uma vantagem desse sistema que os campos eletromagnéticos para transferir energia para os veículos podem ser produzidos onde necessário. Como um resultado, perdas durante a operação do sistema são reduzidas. Além disso, exigências de EMC podem ser satisfeitas mais facilmente, uma vez que campos eletromagnéticos desnecessários são evitados.

15 Um segmento é compreendido como sendo parte da disposição de condutor, em que cada segmento produz um campo eletromagnético para transferir energia para um veículo, desde que o segmento seja ligado, isto é, operado. Em particular, cada segmento pode consistir em seções das pelo menos duas linhas da disposição de condutor, em que cada linha é adaptada para conduzir uma diferente das fases da corrente elétrica alternada.

20 De preferência, a disposição de condutor elétrico compreende três linhas, cada linha conduzindo uma fase diferente de uma corrente alternada trifásica. Contudo, também é possível que haja apenas duas ou mais do que três fases conduzidas por um número correspondente de linhas. Em particular, cada um dos segmentos pode compreender seções de cada uma das linhas, de modo que cada segmento produz um campo eletromagnético, que é causado pelas três fases.

25 Em uma modalidade preferida, as pelo menos duas linhas da disposição de condutor são conectadas em um ponto estrela, isto é, as linhas são conectadas uma à outra em um ponto de conexão que é comum a todas as fases. Essa configuração de ponto estrela é particularmente fácil de realizar e assegura que o comportamento das múltiplas fases é simétrico,

30

isto é, que todas as fases conduzem a mesma corrente efetiva, embora - naturalmente - haja um desvio de fase entre as fases. Por exemplo, no caso de um sistema trifásico, o desvio de fase é 120° , como usual. A corrente alternada em cada fase pode ser uma corrente senoidal ou quase senoidal.

- 5 Uma vantagem adicional de uma conexão de ponto estrela é que nenhum condutor de volta para o sistema de suprimento de energia (que pode incluir uma linha de alimentação que se estende ao longo do curso de deslocamento, isto é, ao longo dos segmentos) é requerido. Todas as conexões da disposição de condutor com o sistema de suprimento de energia pode ser feito
- 10 na mesma localização do sistema de suprimento de energia, em particular na mesma localização da linha de alimentação.

A conexão de ponto estrela pode ser realizada por um comutador ou por uma disposição de comutadores em uma interface entre segmentos consecutivos da disposição de condutor. Se os segmentos consecutivos

15 não forem operados para transferir energia elétrica para um veículo ao mesmo tempo, isto é, se apenas um dos segmentos consecutivos for operado, a conexão de ponto estrela na interface é realizada. Contudo, se os segmentos consecutivos são operados ao mesmo tempo, a conexão de ponto estrela na interface não precisa ser realizada, isto é, o comutador ou disposição

20 de comutadores pode ser aberto ou pode ser disposto para conectar o segmento que é operado ao sistema de suprimento. O mesmo comutador ou disposição de comutadores pode servir para conectar linhas correspondentes de segmentos consecutivos, de modo que essas linhas são conectadas em série uma com a outra. Em consequência, em um primeiro estado de

25 comutação, a conexão de ponto estrela é realizada e, em um segundo estado de comutação, as linhas correspondentes são conectadas uma à outra.

Se as linhas correspondentes de segmentos consecutivos (que são operados ao mesmo tempo) são conectadas em série uma à outra, uma conexão de ponto estrela na interface entre os segmentos consecutivos não

30 é a única possibilidade. Uma alternativa pode ser conectar as linhas dos segmentos consecutivos em um modo de conexão delta ao sistema de suprimento de energia. Contudo, isso pode causar uma curta interrupção do

suprimento de energia para um segmento particular, quando um segmento consecutivo é ligado, uma vez que os finais de linhas do segmento particular precisam ser comutados através do sistema de suprimento de energia com as linhas correspondentes da seção consecutiva. Em contraste, a solução com as conexões de ponto estrela pode evitar essa interrupção, como será descrito na descrição das figuras anexas.

De preferência, os segmentos são (isto é, as linhas dos segmentos conduzem uma corrente alternada que produz um campo eletromagnético) apenas, enquanto seções correspondentes do curso de deslocamento são ocupadas por um veículo. Em consequência, é preferido que segmentos em seções do curso, que não são ocupados por um veículo, sejam desligados.

É particularmente preferido que as seções do curso de deslocamento (ao longo do qual os segmentos se estendem) sejam mais curtas do que o comprimento de um veículo nos trilhos na direção de deslocamento, e que o sistema seja adaptado pra operar (e em particular ligar) os segmentos apenas se um veículo está ocupando a respectiva seção dos trilhos onde o segmento está localizado. Uma vez que apenas segmentos sob (ou, em alguns casos como em laterais de túneis) os trilhos estão ligados, o veículo protege o ambiente do campo eletromagnético, que é produzido pela disposição de condutor. De preferência, apenas são operados segmentos que são ocupados completamente por um veículo, isto é, - na direção longitudinal, ao longo do curso de deslocamento - os segmentos operador não se estendem além da frente do veículo e não se estendem além da extremidade do veículo.

Mais preferido, segmentos são operados de tal maneira que há transferência contínua de energia elétrica dos segmentos para o veículo, enquanto o veículo está se deslocando ao longo do curso de deslocamento. Portanto, os segmentos podem fazer parte de uma fileira de segmentos consecutivos, em que a fileira se estende ao longo do curso de deslocamento. Isso significa que um primeiro segmento que é ocupado pelo veículo pode ser operado e antes que o veículo (ou antes que o dispositivo de recebimen-

to do veículo) entre no segmento seguinte da fileira, esse segmento seguinte é ligado. Por outro lado, o primeiro segmento pode ser desligado após o veículo ter deixado a seção correspondente do curso de deslocamento.

Uma "seção correspondente" é compreendida como sendo uma
5 seção que tem - na direção longitudinal ao longo do curso de deslocamento - a mesma extensão que o segmento correspondente da disposição de condutor. "Transferência contínua de energia elétrica" significa que o dispositivo de recebimento do veículo está sempre em uma seção quando o segmento correspondente é operado (isto é, as linhas do segmento conduzem uma corrente alternada para produzir um campo eletromagnético a fim de proporcionar energia para o veículo). Poderia acontecer de haver uma curta interrupção (por exemplo, de alguns milissegundos) do fluxo de corrente através das linhas, quando um segmento consecutivo é ligado ou quando o primeiro segmento é desligado. Apesar disso, a transferência de energia elétrica é
10 "contínua", uma vez que o dispositivo de recebimento do veículo está localizado em uma seção quando o segmento é operado. Contudo, é preferido que a transferência de energia elétrica também seja livre de interrupção. Exemplos dessa transferência livre de interrupção serão descritos abaixo. A transferência livre de interrupção é particularmente fácil de obter se as linhas das seções consecutivas forem conectadas em série uma à outra. Portanto,
20 é preferido que a disposição de condutor seja disposta de tal maneira que pelo menos dois segmentos consecutivos possam ser operados ao mesmo tempo, em que linhas correspondentes para conduzir a mesma fase da corrente alternada nas seções consecutivas são conectadas em série uma à
25 outra. Por exemplo, a interface entre os segmentos consecutivos pode compreender um comutador ou uma disposição de comutadores, que podem conectar ou desconectar as linhas correspondentes.

O número de segmentos consecutivos que são operados ao mesmo tempo não está restrito a dois. Antes, três ou mais segmentos consecutivos podem ser operados ao mesmo tempo, por exemplo, se um veículo
30 longo estiver se deslocando no percurso, tal como um veículo tendo dispositivos de reinstalação em localizações diferentes. Nesse caso, é preferido

que segmentos sejam desligados apenas quando o último dispositivo de recebimento deixou a seção do curso que corresponde ao segmento.

O processo de comutação pode ser controlado usando pelo menos uma das linhas dos segmentos que são desligados. De preferência, a ocupação de uma respectiva seção da pista de trilhos por um veículo pode ser detectada, em particular pela detecção de uma voltagem e/ ou uma corrente nas linhas do segmento, a qual é causada por acoplamento indutivo do veículo às linhas e/ ou que é causado por campos eletromagnéticos produzidos pelo veículo. Correspondentemente, um dispositivo de medição pode ser conectado a pelo menos uma das linhas. De preferência, uma pluralidade ou todas as linhas do segmento são conectadas a um dispositivo de medição e/ ou ao mesmo dispositivo de medição, o dispositivo ou dispositivos de medição é/ são adaptado(s) para detectar a ocupação da respectiva seção da pista de trilhos por um veículo através da detecção de uma voltagem e/ ou de uma corrente na linha ou um laço separado, que é causado por acoplamento indutivo do veículo à linha e/ ou que é causado por campos eletromagnéticos produzidos pelo veículo.

O sistema pode ser adaptado para ligar um segmento antes que um dispositivo de recebimento de um veículo para receber a energia transferida introduza a seção do curso de deslocamento onde o segmento está localizado.

Por exemplo, o comprimento dos segmentos pode ser dimensionado de tal maneira que pelo menos dois dos segmentos sejam cobertos longitudinalmente por um veículo na pista de trilhos, isto é, o comprimento mínimo de um veículo na pista de trilhos é duas vezes tão longo quanto o comprimento de um segmento (de preferência, todos os segmentos de linha têm o mesmo comprimento). Como um resultado, o dispositivo de recebimento ou dispositivos de recebimento do veículo para recebimento da energia transferida pode(m) estar localizado(s) na seção mediana do veículo na direção longitudinal. Além disso, é preferido que apenas segmentos sejam ligados, os quais são cobertos, completamente, por um veículo na pista de trilhos. Por outro lado, o evento em que um veículo está entrando na região

acima de um segmento de linha particular pode ser detectado (como mencionado acima) e esse segmento de linha é ligado, desde que o veículo entra na região acima do segmento de linha seguinte.

Em consequência, os segmentos de linha são desligados antes
5 que o veículo deixe a região acima do segmento de linha. De preferência, eles são desligados antes que não mais estejam cobertos completamente pelo veículo. Se a disposição de condutor compreender mais de uma linha, a detecção dos eventos em que o veículo entra ou deixa um segmento de linha particular pode ser realizada usando uma das linhas apenas. Contudo,
10 as outras linhas podem ser ligadas e desligadas, correspondentemente, isto é, a disposição de condutor compreende seções em que todas as linhas em outras seções podem ser ligadas e desligadas juntas. De acordo com uma modalidade preferida da invenção, pelo menos uma das linhas em pelo menos um dos segmentos (de preferência, todas as linhas em todos os segmentos)
15 pode ser disposta de tal maneira que a linha produza - em cada ponto no tempo, enquanto a corrente elétrica alternada está circulando através da linha - uma fileira de pólos magnéticos sucessivos de um campo eletromagnético, em que os pólos magnéticos sucessivos têm polaridades magnéticas alternadas. A fileira de pólos magnéticos sucessivos se estende
20 na direção de deslocamento do veículo, que é definida pela pista de trilhos ou pelo curso de deslocamento. Alternativamente, a pelo menos uma linha compreende uma pluralidade de seções que se estendem transversalmente à direção de deslocamento do veículo, que é definida pela pista de trilhos ou curso de deslocamento, as seções da mesma linha são dispostas em uma
25 fileira ao longo do curso de deslocamento (por exemplo, a pista de trilhos) de tal maneira que - em cada ponto no tempo, enquanto uma corrente elétrica alternada está circulando através da linha - a corrente alternada circula através de seções sucessivas na fileira, alternadamente, em direções opostas.

Os pólos magnéticos produzidos pelas linhas e/ ou as seções
30 das diferentes linhas são, em cada ponto no tempo - em uma sequência que se estende na direção de deslocamento, em que a sequência de repetição corresponde a uma sequência das fases. Por exemplo, no caso de uma cor-

rente alternada trifásica, tendo as fases U, V, W, uma seção condutora de fase U é seguida por uma seção conduzindo a fase V, que, por sua vez, é seguida por uma seção condutora de fase W e essa sequência de fases U, V W é repetida diversas vezes na direção da pista de trilhos, isto é, na direção de deslocamento. Um exemplo será descrito mais tarde com referência às figuras anexas.

Na modalidade preferida da invenção, que é mencionada acima, a pelo menos uma linha produz - em cada ponto no tempo, enquanto a corrente elétrica alternada está circulando através da linha - uma fileira de pólos magnéticos sucessivos de um campo eletromagnético, em que os pólos magnéticos sucessivos têm polaridades magnéticas alternadas. Em outras palavras: em um dado ponto no tempo, a corrente alternada na linha produz - na direção de deslocamento - um campo magnético tendo um vetor de campo magnético, que é orientado em uma primeira direção em uma primeira região da linha, seguida por uma segunda região da linha onde o vetor de campo do campo magnético é orientado na direção oposta da primeira direção, seguida por outra região da linha onde o vetor de campo magnético é orientado, mais uma vez, na primeira direção e assim por diante. Contudo, nem sempre é o caso em que a primeira direção e a direção do vetor de campo magnético na região seguinte da linha são orientadas exatamente na direção oposta. Uma razão pode ser que a linha não é disposta exatamente em uma maneira de repetição, regular. Outra razão pode ser influências não simétricas de outras linhas da disposição de condutor. Uma outra razão pode ser campos eletromagnéticos externos. Também, o veículo que está se deslocando na pista de trilhos influenciará o campo eletromagnético resultante.

Contudo, o princípio de pólos magnéticos alternados produzidos pela mesma linha da disposição de condutor em cada ponto no tempo tem a vantagem de que a resistência de campo eletromagnético lateralmente da disposição de condutor tem uma intensidade tão pequena que diminui rapidamente com a distância crescente para a disposição de condutor. Em outras palavras, os campos magnéticos opostamente orientados nas regiões

da linha são sobrepostos lateralmente da linha e compensam um ao outro. Uma vez que é desejável ter uma resistência de campo eletromagnético muito pequena em ambos os lados da pista de trilhos, é preferido que a pelo menos uma linha da disposição de condutor elétrico esteja localizada em e/ou sob a pista de trilhos em que as seções da linha que se estendem transversalmente à direção de deslocamento se estendem em um plano horizontal. Nesse contexto, "horizontal" também cobre o caso em que a pista de trilhos pode formar uma curva e é ligeiramente inclinada. Correspondentemente, o respectivo plano "horizontal" das seções de linha também podem ser inclinadas ligeiramente. Horizontal, portanto, é referido como o caso padrão em que a pista de trilhos está se estendendo em um plano horizontal. O mesmo se aplica ao caso em que a pista de trilhos de deslocamento ou a pista de trilhos está levando para cima para uma colina ou para baixo da colina. Algumas percentagens de inclinação do curso são desprezíveis para a compensação dos campos magnéticos lateralmente do curso.

Uma vez que a intensidade de campo lateralmente do curso é muito pequena, energia pode ser transferida para o veículo em alta potência e valores limites de EMC (por exemplo, 5 uT para a intensidade de campo magnético lateralmente) podem ser facilmente satisfeitos ao mesmo tempo.

De acordo com uma modalidade particularmente preferida, a pelo menos uma linha no pelo menos um segmento da disposição de condutor elétrico se estende ao longo do curso de deslocamento ou pista de trilhos em uma maneira de serpentina, isto é, seções da linha que se estendem na direção de deslocamento são seguidas em cada caso por uma seção que se estende transversalmente à direção de deslocamento, que, por sua vez, é seguida, mais uma vez, por uma seção que se estende na direção de deslocamento. Em caso de um sistema de múltiplas fases, de preferência, todas as linhas da disposição de condutor são dispostas dessa maneira. A linha pode ser realizada por um cabo.

A expressão "serpentina" cobre linhas tendo uma configuração curvada e/ ou tendo seções retas com zonas de transição curvadas abruptamente para seções vizinhas. Seções retas são preferidas, uma vez que

elas produzem campos mais homogêneos.

Em particular, a corrente alternada na pelo menos uma linha do pelo menos um segmento produz uma onda eletromagnética que se move na ou oposta à direção de deslocamento com uma velocidade proporcional à

5 distância de pólos magnéticos consecutivos da linha e proporcional à frequência da corrente alternada. De preferência, pelo menos algumas das seções que se estendem transversalmente à direção de deslocamento e, de preferência, todas essas seções, se estendem através de uma largura que é maior do que a largura de um dispositivo de recebimento de um veículo na

10 pista de trilhos para recebimento da energia transferida. Por exemplo, a largura das seções pode ser maior do que a largura máxima dos veículos, que podem ocupar a pista de trilhos.

Uma vantagem da modalidade é que a corrente alternada que circula através das seções produz uma intensidade quase homogênea do

15 campo magnético na região onde o dispositivo de recebimento pode estar localizado.

Uma outra modalidade do sistema ou método da presente invenção garante que a intensidade de campo magnético alternado é constante com o tempo. Para alcançar essa meta, as linhas da disposição de condutor

20 são conectadas uma fonte de CA (corrente alternada) de corrente constante, que é adaptada para alimentar as linhas com uma corrente alternada, o valor médio da qual é constante (ou quase constante), independentemente da energia que é transferida da disposição de condutor elétrico para o veículo ou para os veículos.

25 De acordo com uma modalidade preferida da fonte de CA de corrente constante, compreende um dispositivo elétrico, que transforma a voltagem de CA em corrente de CA. Essa disposição elétrica pode compreender - em cada linha - uma indutividade de entrada em um lado de entrada da fonte de corrente constante e uma indutividade em um lado de saída da

30 fonte de corrente constante, em que o lado de entrada é conectado a uma fonte de voltagem, em que o lado de saída é conectado às seções de linha ao longo do curso de deslocamento, em que cada linha compreende um

ponto de conexão entre o lado de entrada e o lado de saída e em que cada ponto de conexão é conectado a um mesmo ponto estrela comum via uma capacidade.

5 Se apenas um veículo for acionado pela fonte de energia do lado primário (que está alimentando a disposição de condutor) em um tempo, uma voltagem constante de CA pode ser aplicada à disposição de condutor elétrico no lado de pista de trilhos, alternativamente. Por causa da presença de um veículo apenas, quaisquer interferências de distribuição de carga são evitadas. Nesse caso, a corrente de CA através da disposição de condutor
10 (que é causada pelo suprimento de voltagem constante de CA) depende da resistência da carga. Portanto, as perdas elétricas da disposição de condutor elétrico do lado primário são dependentes de carga e a corrente não é constante, como no caso (descrito acima) de um suprimento de corrente constante de CA.

15 A fonte de energia (ou fonte de força) pode ser (isso também se aplica às outras modalidades do sistema) um inversor convencional para produzir uma voltagem de CA de uma voltagem constante de CC. De preferência, a disposição de condutor elétrico está localizada sob a pista de trilhos, por exemplo, sob o solo.

20 A pelo menos uma linha compreende uma indutividade que é usada para transferir a energia elétrica para o veículo ou veículos e ainda compreende uma indutividade de vazamento, que não contribui para a transferência de energia para o veículo ou veículos, em que a indutividade de vazamento é compensada por uma capacidade localizada na mesma linha, de modo que a impedância resultante da capacidade e a indutividade de vazamento é zero. Essa impedância zero tem a vantagem de que a potência reativa do sistema é minimizada e, portanto, o desenho dos componentes ativos
25 é minimizado, igualmente.

Princípios e detalhes referentes à recepção de energia dentro do
30 veículo serão descritos com referência às figuras anexas. Contudo, algumas características são descritas no seguinte:

O dispositivo de recebimento do veículo pode compreender uma

bobina de um condutor ou de condutores ou pode compreender uma pluralidade de bobinas. A vantagem de múltiplas bobinas de um dispositivo de recebimento de múltiplas fases é que isso é mais fácil e significa menos esforço para nivelar as flutuações das correntes ou voltagens recebidas.

5 De preferência, pelo menos uma bobina é posicionada apenas uns poucos centímetros acima da disposição de condutor de lado primário, porque o acoplamento magnético entre as bobinas primárias e secundárias diminuirá com a distância crescente. Por exemplo, a pelo menos uma bobina é posicionada não mais do que 10 cm acima do solo, de preferência, não
10 mais do que 5 cm e mais preferido 2 - 3 cm acima do solo. . Em particular, isso se aplica, se a disposição de condutor estiver localizada sob o solo, A linha ou linhas da disposição de condutor podem estar localizadas não mais do que 2 cm abaixo da superfície do solo, de preferência, não mais do que 1 cm.

15 De preferência, o dispositivo de recebimento, que recebe a energia transferida, é móvel em uma direção vertical, de modo que ele pode ser trazido para uma posição bem acima do solo e pode ser levantado em uma posição mais alta, quando o dispositivo de recebimento não é usado.

De preferência, o dispositivo de recebimento compreende uma
20 pluralidade de bobinas que são dispostas em diferentes posições na direção do deslocamento. Por exemplo, a distância entre as bobinas pode ser igual à distância das seções de diferentes fases da disposição de condutor ao longo da pista de trilhos, em que essas seções são seções que se estendem transversalmente à direção de deslocamento. Contudo, não é necessário
25 colocar as diferentes bobinas do veículo na mesma distância uma da outra como a distância das seções.

Modalidades e exemplos da presente invenção serão agora descritos com referência às figuras anexas. As figuras mostram:

A figura 1 mostra, esquematicamente, uma disposição de condutor trifásica, que se estende ao longo de uma pista de trilhos;
30

A figura 2 é um diagrama mostrando correntes alternadas através das três fases da dispositivo de acordo com a figura como funções de

tempo;

A figura 3 mostra linhas de campo magnético de um campo magnético, que é produzido pela disposição de condutor de acordo com a figura 1, enquanto um dispositivo de recebimento de um veículo está localizado acima da região mostrada da disposição de condutor, em que a direção de deslocamento da distribuição de campo magnético se estende no plano da figura da direita para a esquerda ou da esquerda para a direita;

A figura 4 mostra outro diagrama mostrando uma região do campo magnético que é produzido pela disposição de condutor, enquanto uma carga é conectada ao dispositivo de recebimento no veículo.

A figura 5 é um diagrama mostrando, esquematicamente, o movimento da onda magnética produzida pela disposição de condutor ao longo da pista de trilhos e mostrando o movimento do dispositivo de recebimento devido ao movimento do veículo na pista de trilhos;

A figura 6 é um diagrama de circuito esquemático da disposição de condutor de acordo com a figura 1, que é conectada a uma fonte de tensão de CA via uma disposição elétrica, que está transformando uma voltagem da fonte em uma corrente alternada constante, que é alimentada na disposição de condutor;

A figura 7 é um diagrama de circuito mostrando um dispositivo de recebimento de um veículo tendo bobinas para três fases diferentes, em que o dispositivo de recebimento é conectado a um conversor de CA/CC;

A figura 8 é um veículo sobre trilhos que está se deslocando em uma pista de trilhos ao longo da qual uma disposição de condutor se estende;

As figuras 9a - c mostram três pontos consecutivos no tempo de uma situação em que um veículo sobre trilhos se desloca em uma pista de trilhos, em que a pista de trilhos é dotada de uma pluralidade de segmentos de linha consecutivos de uma disposição de condutor, em que os segmentos de linha podem ser ligados e desligados para fornecimento de energia ao veículo.

A figura 10 é uma disposição similar à disposição mostrada na

figura 8, incluindo um diagrama de circuito de uma disposição de condutor ao longo da pista de trilhos, em que a disposição de condutor compreende segmentos de linha que podem ser ligados e desligados;

5 A figura 11 é uma disposição similar à disposição mostrada na figura 1, ilustrando esquematicamente uma disposição de condutor entre dois trilhos de uma ferrovia;

A figura 12 mostra sete segmentos que se estendem ao longo de um curso de deslocamento de um veículo em que apenas um dos segmentos é operado e em que um segundo segmento consecutivo é ligado;

10 A figura 13 é uma disposição mostrada na figura 12, em que dois segmentos consecutivos são operados e um dos segmentos é desligado;

A figura 14 é uma disposição tendo cinco segmentos que podem ser ligados e desligados ; e

15 As figuras 15a - c mostra uma disposição de interruptor semi-condutor para comutação de uma fase, por exemplo, para comutação de uma fase em um interruptor de linha de alimentação da figura 12 ou 13.

20 A figura 1 mostra uma disposição de condutor que pode estar localizada embaixo da terra ao longo de uma pista de trilhos, por exemplo, ao longo dos trilhos de uma ferrovia (veja a disposição mostrada na figura 11, por exemplo). No último caso, os trilhos se estendem da esquerda para a direita, na vista da figura 1. A disposição mostrada na figura 1 pode ser um segmento de uma pluralidade de segmentos da disposição de condutores total, estendendo-se ao longo do curso de deslocamento.

25 A figura 1 é compreendida como sendo uma vista esquemática. As três linhas 1, 2, 3 da disposição de condutor compreendem seções que se estendem transversalmente à direção de deslocamento (da esquerda para a direita ou da direita para a esquerda). Apenas algumas das seções de linhas que se estendem transversalmente 1, 2, 3 são denotadas pelos numerais de referência, a saber, três seções 5a, 5b e 5c da linha 3, algumas outras seções da linha 3 por "5", uma seção 5x da linha 2 e uma seção 5y da
30 linha 1.

No caso mais preferido, a disposição 12, mostrada na figura 1,

está localizada embaixo da pista de trilhos de modo que a figura 1 mostra uma vista de topo na disposição 12. Os trilhos podem se estender da esquerda para a direita, no topo e no fundo na figura 1, isto é, as seções de linha que se estendem transversalmente podem estar completamente dentro dos limites definidos pelos trilhos (veja também a figura 11).

Por exemplo, na maneira como mostrado na figura 6, as três linhas 1, 2, 3 podem ser conectadas à fonte de corrente de CA trifásica. Opcionalmente, a fonte de corrente pode ser conectada à disposição mostrada na figura 1 via uma linha de alimentação, que se estende ao longo do curso de deslocamento do veículo e que pode alimentar outros segmentos com a corrente, igualmente. No tempo que está representado na figura 1, uma corrente positiva 11 está circulando através da linha 3. "Positiva" significa que a corrente circula da fonte de corrente na linha. As três linhas 1, 2, 3 são conectadas na outra extremidade da disposição juntas em um ponto estrela comum 4. Em consequência, pelo menos uma das outras correntes, aqui a corrente 12 através da linha 2 e a corrente 13 através da linha 1, é negativa. Geralmente falando, a regra do ponto estrela se aplica, o que significa que a soma de todas as correntes que circulam para e do ponto estrela é zero em cada ponto no tempo. As direções das correntes através das linhas 1, 2, 3 são indicadas por setas. Quando a disposição mostrada na figura 1 é um de uma pluralidade de segmentos da disposição de condutor total, as linhas 1, 2, 3 podem ser conectadas ao ponto estrela 4 via um interruptor trifásico. Além disso, um interruptor trifásico para conectar as três fases na extremidade da conexão de ponto estrela a uma linha de alimentação também pode ser proporcionada. A função desses comutadores de ponto estrela e comutadores de linhas de alimentação será descrita abaixo.

As seções de linha 3 e as seções correspondentes das linhas 1, 2, que se estendem transversalmente à direção de deslocamento, de preferência, têm a mesma largura e são paralelas uma à outra. Na prática, é preferido que não haja deslocamento na direção da largura entre desvio na direção da largura entre as seções que se estendem transversalmente das três linhas. Esse desvio é mostrado na figura 1 pela razão de que cada se-

ção ou cada linha pode ser identificada.

De preferência, cada linha segue o mesmo curso semelhante à serpentina ao longo da pista de trilhos, em que as linhas são desviadas na direção de deslocamento por um terço da distância entre seções consecutivas da mesma linha, estendendo-se transversalmente à direção de deslocamento. Por exemplo, conforme mostrado no meio da figura 1, a distância entre seções consecutivas 5 é denotada por T_p . Dentro da região entre essas seções consecutivas 5, há duas outras seções que se estendem transversalmente à direção de deslocamento, a saber, a seção 5x da linha 2 e a seção 5y da linha 1. Esse padrão de seções consecutivas 5, 5x, 5y se repete em distâncias regulares entre essas seções na direção de deslocamento.

A direção correspondente da corrente que circular através das seções é mostrada na região esquerda da figura 1. Por exemplo, a seção 5a conduz uma corrente de um primeiro lado a da disposição 12 para o lado oposto B da disposição. O lado a é um lado da pista de trilhos (tal como o lado direito, na direção de deslocamento, quando visto de um veículo em deslocamento) e o lado B é o lado oposto (por exemplo, o lado esquerdo da pista de trilhos), se a disposição 12 for enterrada no solo, sob a pista de trilhos, ou, mais geralmente falando, se estende em um plano horizontal.

A seção consecutiva 5b, conseqüentemente, conduz uma corrente elétrica ao mesmo tempo em que está circulando do lado B para o lado A. A seção consecutiva seguinte 5c da linha 3, conseqüentemente, está conduzindo uma corrente do lado A para o lado B. Todas essas correntes têm o mesmo tamanho, uma vez que elas são conduzidas pela mesma linha ao mesmo tempo. Em outras palavras, as seções que se estendem transversalmente são conectadas uma à outra por seções que se estendem na direção de deslocamento.

Como um resultado dessa disposição de linha semelhante à serpentina, os campos magnéticos que são produzidos pelas seções 5a, 5b, 5c da linha 3 produzem uma fileira de pólos magnéticos sucessivos de um campo eletromagnético, em que os pólos magnéticos sucessivos (os pólos produzidos pela seção 5a, 5b, 5c, ...) têm polaridades magnéticas alterna-

das. Por exemplo, a polaridade do pólo magnético, que é produzido pela seção 5a pode corresponder em um ponto específico no tempo a um dipolo magnético, par o qual o pólo norte magnético está voltado para cima e o pólo sul magnético está voltado para baixo. Ao mesmo tempo, a polaridade magnética do campo magnético que é produzido pela seção 5b é orientada ao mesmo tempo de tal maneira que o dipolo magnético correspondente está voltado com seu pólo sul para cima e com seu pólo norte para baixo. O dipolo magnético correspondente da seção 5c é orientado da mesma maneira que para a seção 5a e assim por diante. O mesmo se aplica às linhas 1 e 2.

Contudo, a presente invenção também cobre o caso em que há apenas uma fase, que há duas fases ou que há mais de três fases. Uma disposição de condutor tendo apenas uma fase pode ser disposta como a linha 3 na figura 1, mas, em lugar do ponto estrela 4, a extremidade da linha 3 (que está localizada no lado direito da figura 1 pode ser conectada à fonte de energia (não mostrada na figura 1) por uma linha de conectores (não mostrada na figura 1), que se estende ao longo da pista de trilhos. Uma disposição bifásica pode consistir em linhas 3 e 2, por exemplo, mas a distância entre as seções que se estendem transversalmente das duas linhas (ou mais geralmente falando, de todas as linhas), de preferência, é constante (isto é, as distâncias entre a seção de linha 3 que se estende transversalmente até as duas seções da linha 2, que se estendem transversalmente na direção de deslocamento e na direção oposta - são iguais.

A figura 11 é destinada a ilustrar algumas dimensões da disposição de condutor, por exemplo, a disposição de condutor mostrada na figura 1. Apenas partes das três linhas 111, 112, 113) são mostradas na figura 11 e conexões uma à outra (por exemplo, via o ponto estrela 4 da figura 1) e ao suprimento de energia são omitidas.

As linhas semelhantes a serpentinas 111, 112, 113 estão localizadas entre dois trilhos 116a, 116b de uma ferrovia para veículos ferroviários (tais como trens regionais ou locais, tais como um carro elétrico). A expressão "entre" está relacionada com a vista de topo mostrada na figura 11. Por exemplo, as linhas 111, 112, 113 podem estar localizadas abaixo do nível

dos trilhos 116.

Cada uma das linhas 111, 112, 113 compreende seções lineares que se estendem transversalmente à direção da pista de trilhos, isto é, a direção longitudinal dos trilhos 116. Essas seções que se estendem transversalmente são conectadas às seções consecutivas que se estendem da mesma linha via seções que se estendem longitudinalmente, que se estendem na direção longitudinal dos trilhos. As seções que se estendem transversal e linearmente têm um comprimento LB, que é, de preferência, pelo menos tão grande quanto a metade da distância RB entre os trilhos. Por exemplo, a distância RB pode ser 1 m e o comprimento das seções que se estendem transversalmente pode ser 50 cm ou na faixa de 50 a 75 cm.

As seções que se estendem transversalmente e as seções que se estendem longitudinalmente da mesma linha são conectadas uma à outra por seções curvadas. A curvatura corresponde, por exemplo, à curvatura de um círculo tendo um raio de 150 mm.

A figura 11 também mostra, esquematicamente, uma área sombreada 118, que é coberta por uma bobina de um dispositivo de recebimento de um veículo que se desloca nos trilhos. A largura da bobina é igual aos comprimentos das seções que se estendem transversalmente das linhas. Contudo, na prática, é preferido que essa largura seja menor do que o comprimento das seções que se estendem transversalmente. Isso permite um desvio na posição da bobina na direção transversal à direção de deslocamento, conforme indicado por duas setas e uma linha abaixo da área sombreada 118. Esse desvio não influenciará a recepção de energia pela bobina, se o desvio não mover a bobina além dos limites das seções que se estendem transversalmente.

Como segue do diagrama dependente de tempo, mostrado na figura 2, as correntes através das fases 1, 2, 3 da figura 1 são correntes de fase de uma corrente alternada trifásica convencional.

L1, L2, L3 na figura 2 denotam que as linhas semelhantes à serpentina 1, 2, 3 formam indutividades.

Conforme mostrado na figura 2, o valor de corrente de pico das

correntes pode estar na faixa de 300A, respectivamente - 300 A. Contudo, correntes de pico maiores ou menores também são possíveis. Corrente de pico de 300 A é suficiente para proporcionar energia de propulsão para um carro elétrico, para mover o carro elétrico ao longo de uma trilha de algumas centenas de metros a uns poucos quilômetros, por exemplo, dentro do centro histórico de uma cidade. Além disso, o carro elétrico pode retirar energia de um armazenamento de energia *on-board*, tal como uma disposição de bateria eletroquímica convencional e/ ou uma disposição de super cap. O armazenamento de energia pode ser carregado mais uma vez completamente, logo que o carro elétrico tenha deixado o centro da cidade e esteja conectado a uma linha aérea.

As linhas curvadas na figura 3 são linhas de campo do campo magnético, que é produzido pelas seções de linhas 1, 2, 3, mostradas na figura 1. A figura 3 representa as situações em quatro pontos diferentes no tempo, os quais correspondem a "0", "30", "60", "90", na escala de tempo da figura 2. A escala de tempo da figura 2 também pode ser interpretada como uma escala mostrando o ângulo do comportamento senoidal das correntes, o que significa que a figura 2 mostra o comportamento das correntes através de um período completo, isto é, os valores das correntes no começo do período em "0" são os mesmos que no final do período em "360".

Na esquerda dos quatro diagramas parciais da figura 3, seções transversais de seções que se estendem transversalmente de linhas 1, 2, 3 são mostradas. O sinal de referência "11" denota a corrente 11 que está circulando através de uma seção de linha 1, que se estende transversalmente, e assim por diante. Essas seções que se estendem transversalmente se estendem perpendicularmente ao plano de imagem da figura 3, em que o plano de imagem é um plano cortado vertical através da disposição 12 da figura 1, em que os planos de imagem da figura 1 e da figura 3 são perpendiculares um ao outro e em que o plano de imagem da figura 3 se estende na direção de deslocamento, cortando as seções 5 da figura 1 em duas metades. Nas regiões superiores da figura 3, bobinas eletromagnéticas 7 são mostradas, esquematicamente, como áreas retangulares planas. No topo dessas bobi-

nas 7, que são partes de um dispositivo de recebimento de um veículo para recebimento da energia da disposição 12, estruturas ferromagnéticas 8 estão localizadas a fim de reunir e desviar as linhas de campo magnético. Essas estruturas 8 têm as funções de um núcleo de um eletroímã.

5 A figura 4 mostra uma vista similar às vistas mostradas na figura 3. Contudo, a figura é para ilustrar a situação hipotética em que as bobinas no veículo (que está se deslocando na pista de trilhos) induzem corrente na disposição de condutor da pista de trilhos. Além da figura 3, a figura 4 também mostra seções transversais através de condutores elétricos 41a, 41b
10 nas regiões 7a, 7b, 7c, 7d da bobina 7. Na região 7a, 7b, uma corrente que é orientada para cima, para fora do plano de imagem da figura 4 está circulando no ponto representado no tempo. No lado direito da figura 4, onde regiões 7c, 7d da bobina 7 são mostradas, a corrente é dirigida para baixo no plano de imagem da figura 4, conforme indicado por linhas cruzadas. O campo
15 eletromagnético (ilustrado pelas linhas de campo na figura 4), que é produzido pela bobina 7, é simétrico com a linha de borda das seções 7b e 7d, uma vez que as quantidades das correntes em seções 7a a 7d também são simétricas com a linha de borda.

 A figura 5 mostra outro corte ao longo de um plano de corte que
20 se estende verticalmente e que se estende na direção de deslocamento. Os fios ou feixes de fios de linhas 1, 3, 2, que estão localizados em seções das linhas 1, 3, 2, que se estendem transversalmente à direção de deslocamento, são mostrados na metade superior da figura 5. No total, sete seções da
25 disposição 12, que se estendem transversalmente à direção de deslocamento são mostradas na figura 5, pelo menos parcialmente. A primeira, a quarta e sétima seção na fileira (da esquerda para a direita) pertencem à linha 1. Uma vez que a direção da corrente 11 através da seção 5b (a quarta seção na figura 5) é oposta à direção da corrente 11 através das seções 5a, 5c (a primeira e a sétima seção na figura 5) e uma vez que as correntes I1, I3, I2
30 são correntes alternadas, a onda eletromagnética produzida está se movendo na direção de deslocamento em uma velocidade v_w . A onda é denotada por 9, a indutividade da disposição 12 por LP.

As seções transversais mostradas na metade superior da figura 5 representam um dispositivo de recebimento de um veículo que está se deslocando na direção de deslocamento e em uma velocidade v_m e no topo da figura 5 "2 TP" indica que a figura 5 mostra um segmento de linha de disposição 12, o comprimento do qual é igual a duas vezes a distância entre três seções consecutivas, que se estendem transversalmente de uma linha, aqui linha 1.

A disposição mostrada na figura 6 compreende uma disposição de condutores 103, 104, 105, que pode ser uma disposição de condutores 12 de acordo com a figura 1. A fim de mostrar suas propriedades elétricas, símbolos de circuitos equivalentes são usados na figura 6. O sistema trifásico 103, 104, 105 conduz correntes de fase I_1 , I_2 , I_3 em fases 1, 2, 3. As indutividades inerentes das fases 1, 2, 3 são denotadas por L_{p1} , L_{p2} , L_{p3} que produzem o campo eletromagnético para transferir energia para qualquer veículo na pista de trilhos. Contudo, as linhas 1, 2, 3 também compreendem indutividades de vazamento L_{s1} , L_{s2} , L_{s3} , conforme indicado no bloco 104 na figura 6. A impedância dessas indutividades de vazamento indesejadas é compensada por capacidades C_{k1} , C_{k2} , C_{k3} nas linhas 1, 2, 3, conforme mostrado no bloco 103.

A energia elétrica que é usada para produzir os campos eletromagnéticos nas linhas 1, 2, 3 é gerada por uma fonte de voltagem trifásica 101. As fontes de fase para as fases são denotadas por V_1 , V_2 , V_3 no bloco 101. As voltagens produzidas nas linhas 1, 2, 3 são denotadas por U_1 , U_2 , U_3 . A fonte de voltagem é conectada à entrada de uma fonte de corrente constante 102. Uma saída dessa fonte 102 é conectada às capacidades no bloco 103. Na saída da fonte 102, as correntes I_1 , I_2 , I_3 são geradas. Essas correntes são constantes através do tempo, independentemente da energia que é transferida das linhas 1, 2, 3 para qualquer veículo na pista de trilhos. No lado de entrada de fonte de corrente constante 102, A fonte 102 compreende em cada linha 1, 2, 3 uma indutividade de entrada L_{1a} , L_{2a} , L_{3a} . No lado de saída da fonte 102, cada linha 1, 2, 3 compreende uma indutividade de saída L_{1b} , L_{2b} , L_{3b} . Entre as indutividades de entrada e de saída, cada

linha 1, 2, 3 é conectada a um ponto estrela comum 61 via uma capacidade C1, C2, C3.

A figura 7 mostra um diagrama de circuito de uma disposição que pode estar localizada em um veículo que está se deslocando na pista de trilhos. A disposição compreende um dispositivo de recebimento trifásico para recebimento do campo eletromagnético da pista de trilhos e para produzir energia elétrica de lá. O dispositivo de recebimento compreende uma bobina ou uma disposição de bobinas para cada fase 1a, 2a, 3a, em que as bobinas são denotadas por L71, L72, L73 (bloco 201). Na modalidade mostrada, as fases 1a, 2a, 3a são conectadas juntas em um película encolhível pelo calor 71. Indutividades de vazamento (não mostradas separadamente na figura 7) das fases 1a, 2a, 3a são compensadas pelas capacidades C71, C72, conforme mostrado no bloco 202.

O lado de saída do dispositivo de recebimento 201, 202, onde as correntes de fase 1s1a, 1s2a, 1s3a, são mostradas na figura 7, é conectado a um conversor de CA/CC (corrente alternada/ cor contínua) 203. O lado CC do conversor 203 é conectado às linhas 76a, 76b de um circuito intermediário. As linhas 76a, 76b são conectadas uma à outra via uma capacidade uniforme C7d, conforme indicado por "204". A carga elétrica, que pode ser dotada de energia dentro do veículo, é denotada por uma resistência R em "205" que pode ser conectada às linhas 76a, 76b do circuito intermediário. "Ud" indica que a carga R1 pode causar uma queda de voltagem, em que Ud é a voltagem no circuito intermediário, por exemplo.

A figura 8 mostra uma pista de trilhos 83 (aqui uma via férrea tendo dois trilhos), que é ocupada por um veículo ligado a carril 81, tal como um trem ou bonde de transporte público regional.

A disposição mostrada compreende uma disposição de condutor elétrico para produzir um campo eletromagnético, assim, transferindo energia para o veículo na pista de trilhos. A disposição de condutor 89 é mostrada esquematicamente. Por exemplo, a disposição de condutor pode ser designada conforme mostrado na figura 1. A disposição de condutor 89 (e isso se aplica a outras disposições, não só ao exemplo mostrado na figura 8) po-

de estar localizada embaixo do dolo ou acima do solo. Em particular no caso de ferrovias tendo dois trilhos em que rodas dos veículos sobre trilhos podem rolar, a disposição de condutor pode estar localizada acima do solo entre os trilhos no nível de um dormente, ou parcialmente acima do solo, mas sob os dormentes. Se os dormentes forem feitos de concreto, por exemplo, os dormentes ou outra construção para sustentar os trilhos pode compreender furos e/ ou cavidades, através das quais a linha ou linhas da disposição de condutor se estendem. Desse modo, a construção da ferrovia pode ser usada para sustentar a(s) linha(s) na forma de serpentina desejada.

10 O veículo ligado a carril 81 compreende em seu lado inferior um dispositivo de recebimento 85 para recebimento do campo eletromagnético, que é produzido pela disposição de condutor 89. O dispositivo de recebimento 85 é conectado eletricamente a uma rede elétrica *on-board* 86, de modo que a energia elétrica, que é induzida no dispositivo de recebimento 85, pode ser distribuída dentro do veículo 81. Por exemplo, dispositivos auxiliares 15 90 e unidades de propulsão 80, 84 para acionamento de motores a propulsão (não mostrados) em “carroças” 780a, 780b, tendo rodas 88a, 88b, 88c, 88d podem ser conectados à rede de distribuição 86. Além disso, um armazenamento de energia 82, tal como um armazenamento de energia eletroquímica ou uma disposição de capacitores, tais como super caps, também pode ser conectado à rede de distribuição. Portanto, o armazenamento de energia 82 pode ser carregado pela energia recebida pelo dispositivo de recebimento, em particular, durante paradas do veículo 81 na pista de trilhos. Quando o veículo 81 está se movendo na pista de trilhos, uma parte da energia de propulsão, que é necessária para mover o veículo 81, pode ser retirada do armazenamento de energia 82 e ao mesmo tempo a energia, que é recebida pelo dispositivo de recebimento pode contribuir para a propulsão, isto é, pode ser parte da energia de propulsão.

As figuras 9a - c ilustram o conceito de uma disposição de condutor 112, compreendendo seções que podem ser ligadas e desligadas, de modo que apenas seções, que são ligadas produzem um campo eletromagnético a fim de transferir energia para o veículo ou veículos na pista de tri-

lhos. Os exemplos da figura 9 mostram segmentos T1, T2, T3, T4, T5, que são dispostos em uma fileira de segmentos sucessivos ao longo da pista de trilhos.

Um veículo 92, tal como um carro elétrico, está se deslocando na pista de trilhos. Sob o piso do veículo 92, dois dispositivos de recebimen-
to 95a, 95b para recebimento de campo eletromagnético produzido pelos
segmentos são proporcionados. Os dispositivos de recebimento 95a, 95b
podem ser dispositivos redundantes, em que apenas um dos dispositivos é
necessário para operar o veículo. Isso aumenta a confiabilidade da opera-
ção. Contudo, os dispositivos 95a, 95b também podem ser dispositivos não
redundantes que podem produzir energia ao mesmo tempo para operar o
veículo. Porém, pode acontecer, nesse caso, que pelo menos um dos dispo-
sitivos 95 possa não produzir energia elétrica. Em lugar de dois dispositivos
de recebimento, o veículo pode compreender mais dispositivos de recebi-
mento. A descrição a seguir se refere a todos esses casos e, além disso, ao
caso em que o veículo tem apenas um dispositivo de recebimento.

De acordo com os exemplos mostrados na figura 9, o veículo es-
tá se movendo da esquerda para a direita. Na figura 9a, o veículo 92 ocupa
a pista de trilhos acima dos elementos T2, T3 e ocupa parcialmente a pista
de trilhos acima dos elementos T1 e T4. Os dispositivos de recebimento 95
ou o dispositivo de recebimento estão localizados sempre acima dos ele-
mentos que são ocupados completamente pelo veículo. Esse é o caso, por-
que a distância entre os dispositivos de recebimento até a extremidade mais
perto do veículo na direção longitudinal é maior do que o comprimento de
cada segmento da disposição de condutor 112.

Na situação da figura 9a, os elementos T2, T3 são ligados e to-
dos os outros elementos T1, T4, T5 são desligados. Na figura 9b, onde o
veículo 92 ocupa completamente a pista de trilhos acima dos elementos T2,
T3 e quase ocupa a pista de trilhos acima do elemento T4, o elemento T2 foi
desligado, porque os dispositivos de recebimento 95 ou os dispositivos de
recebimento já deixaram a região acima do elemento T2 e o elemento T4
será ligado logo que o veículo ocupe completamente a região acima do ele-

mento T4. Esse estado, quando o elemento T4 é ligado, é mostrado na figura 9c. Contudo, o elemento T3 foi desligado.

A figura 10 mostra uma disposição que é similar às disposições mostradas na figura 9. De fato, pode ser uma vista diferente da mesma disposição, conforme mostrado na figura 9. Contudo, a figura 10 mostra partes adicionais da disposição. Cada um desses segmentos sucessivos 103a, 103b, 103c da disposição de condutor para produção de um campo eletromagnético é conectado via um interruptor separado 102a, 102b, 102c para ligar e desligar o elemento 103 a uma linha principal 108. No caso de um sistema de corrente alternada trifásica, a linha principal 108 pode compreender fios ou cabos para cada fase. A extremidade distante da linha principal 108 (no lado direito da figura 10, mas não mostrado) pode compreender um ponto estrela comum de todas as três fases. No local oposto da linha principal 108, é conectado a uma fonte de energia 101, tal como uma disposição de acordo com os blocos 101, 102, conforme mostrado na figura 6.

Cada uma das figuras 12 e 13 mostra uma disposição de condutor tenso sete segmentos que podem ser ligados e desligados, separadamente, em que cada figura mostra dois estados de comutação diferentes da disposição de condutor.

As disposições mostradas nas figuras 12 e 13 são exemplos e são destinadas a ilustrar uma modalidade preferida da invenção. Contudo, o número de segmentos, que são parte da disposição de condutor, podem ser variados na prática. Em particular, pode haver mais segmentos do que sete, em particular se o comprimento dos segmentos na direção de deslocamento do veículo (não mostrado nas figuras 12 e 13) for mais curto do que o comprimento do veículo.

Nas figuras 12 e 13, os segmentos são mostrados esquematicamente e são denotados por sinais de referência T1 - T7. As disposições mostradas na figura 9 podem ser parte da disposição mostrada nas figuras 12 ou 13. Em particular, as linhas de condutores para conduzir as fases da corrente alternada podem ser dispostas da maneira descrita acima, por exemplo, conforme mostrado na figura 1, que pode ser a ilustração de um

único segmentos, em que o interruptor de ponto estrela SE do segmento é omitido.

A disposição mostrada nas figuras 12 e 13 compreende uma linha de alimentação trifásica, que é mostrada acima da linha consecutiva de segmentos T1 - T7. Em cada interface entre dois segmentos consecutivos T1 - T7 há um interruptor trifásico SP2 - SP7. Esses interruptores SP2 - SP7 conectam as três fases da linha de alimentação 135 com a interface entre os dois segmentos consecutivos, contato que o interruptor SP2 - SP7 esteja fechado. Se o interruptor SP2 - SP7 não estiver fechado, isto é, estiver aberto, a respectiva interface é isolada eletricamente contra a linha de alimentação.

Na respectiva interface, há uma conexão elétrica entre as linhas correspondentes do segmento consecutivo (isto é, entre as linhas de ambos os segmentos para condução da fase U para condução da fase V e para condução da fase W) e, além disso, uma conexão trifásica ao respectivo interruptor SP2 - SP7. Contudo, de acordo com modalidades alternativas, outros interruptores para desconexão das linhas de pelo menos um dos segmentos consecutivos da interface podem ser usados.

Além disso, cada interface entre dois segmentos consecutivos T1 - T7 também é conectada a um interruptor SE2 - SE7. No estado aberto do interruptor SE2 - SE7 não há conexão entre as três fases U, V, W na interface. Contudo, no estado fechado do interruptor SE2 - SE7, as três fases U, V, W são encurtadas, isto é, uma conexão de ponto estrela é realizada.

Na figura 12 e na metade superior da figura 13, o interruptor de ponto estral SE2 é fechado e todos os outros interruptores de ponto estrela SE1 e SE3 - SE8 são abertos. Na metade inferior da figura 13, apenas o interruptor de ponto estrela SE3 é fechado e todos os outros interruptores de ponto estrela SE1, SE2 e SE4 - SE8 são abertos.

Na modalidade mostrada nas figuras 12 e 13, há também interruptores de conectores de linha de alimentação SP8 e SP1 no começo do segmento T7 e no final do segmento T1, respectivamente. Além disso, há interruptores de ponto estrema SE8 e SE1 para realizar uma conexão de

ponto estrela no começo do segmento T7 e no final do segmentos T1, respectivamente.

5 A operação da disposição mostrada nas figuras 12 e 13 é como segue, por exemplo: começando com a situação ilustrada na metade superior da figura 12, apenas o segmento T2 é operado. Por exemplo, um veículo poderia ocupar a seção do curso de deslocamento que se estende ao longo do segmento T2, isto é, o dispositivo de recebimento do veículo ou os dispositivos de recebimento do veículo podem estar na seção de segmento T2. Em particular, o segmento T2 pode ser disposto abaixo da pista de trilhos de um veículo sobre trilhos e o(s) dispositivo(s) de recebimento pode(s) estar
10 acima do segmento T2.

A fim de realizar a operação de segmento T2 como o único segmento que é ligado, o interruptor de linha de alimentação SP3 é fechado e o interruptor de ponto estrela SE2 é fechado. Todos os outros interruptores de linha de alimentação SP e todos os outros interruptores de ponto estrela
15 SE são abertos.

Em consequência, a extremidade dianteira do segmento T2 ("extremidade dianteira" é compreendido como estando localizado no lado direito das figuras 12 e 13 está conectada à linha de alimentação 135. Como as extremidades traseiras das três linhas de segmento T2 são encurtadas pelo interruptor de ponto estrela SE2 fechado, as três linhas no segmento T2 estão conduzindo as três fases de uma corrente alternada e o campo eletromagnético desejado é gerado a fim de dotar o veículo de energia elétrica. Embora as extremidades traseiras das linhas de segmento T3 também estejam conectadas à linha de alimentação 135 via o interruptor de linha de alimentação SP3, as linhas de segmento T3 não estão conduzindo uma corrente alternada, uma vez que as extremidades dianteiras das linhas de segmento T3 nem são conectadas a um ponto estrela comum nem conectadas à linha de alimentação.
20
25

30 O veículo está se deslocando do lado esquerdo da figura 12 para o lado direito da figura 12. Em consequência, o(s) dispositivo(s) de recebimento do veículo entrará(ão) na seção do curso de deslocamento ao longo

do segmento T3. De preferência, antes que o dispositivo de recebimento introduza realmente o segmento T3, esse segmento é ligado de modo que será operado ao mesmo tempo que o segmento T2, isto é, os segmentos T2 e T3 são segmentos consecutivos que são operados ao mesmo tempo.

5 A fim de ligar o segmento T3, primeiro o interruptor de linha de alimentação SP4 é fechado, Como um resultado, a conexão em série das linhas correspondentes de segmento T2 e T3 é conectada à linha de alimentação 135 via o interruptor de linha de alimentação SP4 e, no outro lado da conexão em série, é ainda conectada a um ponto estrela comum via o interruptor de ponto estrela SE2. Portanto, uma corrente alternada trifásica é
10 conduzida pelas linhas de segmentos T2 e T3.

Em uma etapa seguinte, o interruptor de linha de alimentação SP3 na interface entre os dois segmentos consecutivos T2, T3 é aberto, conforme mostrado na metade inferior a figura 12.

15 A seguir, como uma opção, o segmento T4 pode ser ligado da mesma maneira que o segmento T3, de modo que as três seções consecutivas T2, T3, T4 são operadas ao mesmo tempo. Contudo, alternativamente, o segmento T2 pode ser ligado (como será descrito com referência à figura 13) antes de o segmento T4 ser ligado. Em qualquer caso, há sempre pelo menos um segmento ligado e operado onde o(s) dispositivo(s) de recebimento
20 do veículo está(ão) localizado(s), enquanto o veículo está se deslocando no curso de deslocamento.

A descrição acima pode não se aplicar a um sistema trifásico. Antes, qualquer disposição de condutor tendo segmentos consecutivos, as
25 linhas dos quais podem ser conectadas em série uma à outra, podem ser operadas primeiro fechando o interruptor de linha de alimentação e, então, abrindo o outro interruptor de linha de alimentação na interface, conforme descrito acima. Por exemplo, a outra disposição de condutor pode ter apenas duas fases (e, portanto, apenas duas linhas em cada segmento) ou mais
30 de três fases com um número correspondente de linhas em cada segmento. Essa disposição de condutor alternativa também pode ser operada da maneira descrita abaixo em conexão com a figura 13.

A fim de desligar o segmento T2, quando segmentos T2 e T3 são operados ao mesmo tempo, o interruptor de ponto estrela SE3 é fechado primeiro. Como um resultado, as fases na interface entre os segmentos consecutivos T2, T3, que são operados ao mesmo tempo, são encurtados e, portanto, a corrente através do segmento T2 para a circulação. Em uma etapa seguinte, o interruptor de ponto estrela SE2 pode ser aberto.

A descrição na conexão com as figuras 12 e 13 é apenas um exemplo. Conforme mencionado acima, a disposição de condutor pode ser modificada com relação ao número de fases e/ ou com relação à realização dos interruptores de linha de alimentação e dos interruptores de ponto estrela. Por exemplo, pode haver interruptores adicionais nas interfaces entre segmentos consecutivos, a fim de abrir ou fechar a conexão entre as linhas correspondentes nos segmentos consecutivos.

Contudo, de acordo com a modalidade preferida, que foi descrita acima, há uma conexão na extremidade dianteira do segmento, que é operado ou na extremidade dianteira dos segmentos consecutivos que são operação de uma vez. A "extremidade dianteira" significa o lado do segmento ou segmentos que estão localizados na direção de acionamento do veículo. Portanto, o veículo está acionando da esquerda para a direita no exemplo dado nas figuras 12 e 13. Se o veículo acionar da direita para a esquerda, o interruptor de linha de alimentação SP2 e o interruptor de ponto estrela SE4 serão fechados e todos os outros interruptores serão abertos, quando os segmentos T2 e T3 são operados. Nesse caso, a extremidade dianteira será a esquerda.

Conforme mencionado, é preferido que o interruptor de linha de alimentação, que está fechado, esteja localizado na extremidade dianteira do segmento ou segmentos que é/são operado(s). Portanto, o interruptor de ponto estrela, que também está fechado, está localizado na extremidade traseira do segmento ou segmentos que é/ são operado(s).

Deve ser notado que mais de um veículo podem se deslocar no curso de deslocamento ao mesmo tempo. Por exemplo, a fim de proporcionar um outro veículo com energia, os segmentos T6 e T7 podem ser opera-

dos ao mesmo tempo que o segmento T2 na situação mostrada na metade superior da figura 12. Em consequência, o interruptor de ponto estrela SE6 e o interruptor de linha de alimentação SP8 serão ligados. Os veículos acionarão na mesma direção.

5 A figura 14 mostra uma disposição com cinco segmentos consecutivos de um dispositivo de ajuste. Os segmentos T1 e T5 estão localizados nas extremidades opostas da disposição de condutor. Os segmentos T2, T3, T4 são segmentos tendo um comprimento menor do que o comprimento de um veículo que pode se deslocar no curso de deslocamento correspondente.

10 Uma linha de alimentação 145 é conectada a um suprimento de energia 147 (tal como a fonte de corrente alternada constante mostrada na figura 6). A linha de alimentação 145 se estende ao longo dos segmentos T2, T3, T4, mas não ao longo dos segmentos T1 e T5. Na prática, os segmentos T1 e T5 também podem ser mais curtos do que o comprimento de um veículo que deve ser alimentado com energia. Além disso, pode haver mais segmentos se estendendo em paralelo com a linha de alimentação.

15 Em cada interface entre segmentos T2, T3 e T4, as linhas desses segmentos são conectadas em série umas com as outras. Contudo, nas interfaces entre segmentos T1, T2 e T4, T5, há um interruptor SC1, SC5, que desconecta as linhas correspondentes dos segmentos consecutivos, se o interruptor estiver aberto.

20 Similarmente às disposições mostradas nas figuras 12 e 13 há interruptores de ponto estrela SE1 - SE4 em cada interface entre segmentos consecutivos. Além disso, também similarmente às figuras 12 e 13 há um interruptor de linha de alimentação SEP1 - SP4 em cada interface.

25 A fim de compensar a indutividade de vazamento dos segmentos, as capacidades CF1 - CF5 são dispostas nas interfaces entre segmentos consecutivos. Mais precisamente falando, há pelo menos um capacitor em cada linha de modo que pelo menos três capacitores formam as capacidades CF1 - CF5. Além disso, há mais capacidades CT1 - CT8 e CT9 - CT18, que são dispostas ao longo dos segmentos mais longos T1 e T5 para

compensar suas indutividades de vazamento. Todos os interruptores SP1 - SP4, SE1 - SE4 e SC1, SC5, a linha de alimentação 145, as capacidades CF1 - CF5 e/ ou o suprimento de energia 147 podem estar localizados dentro da mesma unidade 149, tal como um recipiente. Contudo, na prática, a

5 linha de alimentação pode se estender ao longo do curso de deslocamento e pode ser enterrada no solo abaixo do curso de deslocamento. É preferido que a linha de alimentação seja protegida, de modo que campos eletromagnéticos produzidos pelas fases da linha de alimentação são impedidos de penetrarem no ambiente ou são, significativamente reduzidos com relação a

10 sua intensidade de campo.

Conforme mencionado acima, é preferido que todos os segmentos consecutivos que são operados ao mesmo tempo sejam conectados em série uns aos outros e não em paralelo uns com os outros. A disposição mostrada na figura 14 é uma modalidade da versão preferida da invenção, a

15 saber, usando conexões de ponto estrela nas interfaces entre segmentos consecutivos. As extremidades de segmentos T1 e T5 (no lado direito do segmento T1 e no lado esquerdo do segmento T5) são também conectados no ponto estrela, isto é, as três linhas de segmentos T1 e T5 são encurtadas nas extremidades. Em consequência, a fim de evitar situações onde seg-

20 mentos que são operados ao mesmo tempo são paralelos eletricamente uns aos outros, os interruptores SC1 e SC5 são proporcionados e são abertos, se necessário.

A figura 15a mostra uma disposição de interruptores Z1, Z2 para comutação de uma fase única. Os interruptores Z1, Z2 são interruptores se-

25 micondutores, de preferência, IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistors), mas podem ser também outros interruptores semicondutores, tais como GTOs (Gate Turn-off Transistors).

Os eletros de controle 151, 152 dos interruptores Z1, Z2 são conectados a um dispositivo de controle 153. O controle dos interruptores pode

30 ser realizado de qualquer maneira conhecida na técnica. Outros elementos e conexões para realizar o controle não são mostrados na figura 15a - c.

Nas figuras 15b e 15c, dois estados de operação diferentes da

disposição de interruptor são ilustrados. Na figura 15b, uma corrente elétrica está circulando do topo através do interruptor Z1 para o ponto de conexão 154 entre os interruptores Z1, Z2 e de lá, através do diodo livre D2 que é conectado em paralelo com o interruptor Z2.

- 5 De acordo com a ilustração da figura 15c, a corrente circula na direção oposta através da disposição de interruptores, através do interruptor Z2, então para o ponto de conexão 154 e, então, através do diodo livre D1, que é conectado em paralelo com o interruptor Z1.

- 10 A fim de realizar um interruptor de ponto estrela (como os interruptores SE1 - SE8 nas figuras 12 e 13), apenas um interruptor semicondutor é requerido para cada fase. Por exemplo, com base na disposição mostrada na figura 15, a metade inferior da disposição pode ser omitida, isto é, há apenas um interruptor Z1 e o diodo livre correspondente D1 para cada fase. As três fases são conectadas uma à outra no ponto de conexão 154.
- 15 Outras configurações de interruptores, com os interruptores mecânicos tradicionais, também são possíveis.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para transferência de energia elétrica para um veículo (81, 92), em particular para um veículo ligado a carril, tal como um veículo leve sobre trilhos, em que:

5 - o sistema compreende uma disposição de condutor elétrico (12) para produção de um campo eletromagnético alternado e para, assim, transferir a energia para o veículo (81; 92);

 - a disposição de condutor elétrico (12) compreende pelo menos duas linhas (1, 2, 3), em que cada linha (1, 2, 3) é adaptada para conduzir
10 uma diferente de fases de uma corrente elétrica alternada;

 - a disposição de condutor compreende uma pluralidade de segmentos (T1, T2, T3, T4, T5), em que cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5), se estende ao longo de uma seção diferente do curso de deslocamento do veículo, cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5), compreende seções das pelo
15 menos duas linhas e cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5), pode ser ligado e desligado separadamente dos outros segmentos.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação precedente, em que a disposição de condutor é disposta de tal maneira que pelo menos dois segmentos consecutivos podem ser operados em um momento, em que linhas
20 correspondentes (1, 2, 3) para realização da mesma fase da corrente alternada nas seções consecutivas são conectadas em série uma com a outra.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação precedente, em que um comutador ou uma disposição de comutadores está localizada em uma interface entre dois segmentos consecutivos da disposição de condutor e em
25 que o comutador ou a disposição ou comutadores são operados de tal maneira que, se apenas um dos dois segmentos consecutivos é operado ao mesmo tempo, as linhas do segmento que é operado são conectadas a um ponto comum ou a um sistema de suprimento de energia e que, se ambos os segmentos consecutivos são operados ao mesmo tempo, as linhas correspondentes dos segmentos consecutivos são conectadas em série uma
30 com a outra.

4. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações

precedentes, em que os segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) são mais curtos do que o comprimento de um veículo (81; 92) na direção de deslocamento e em que o sistema está adaptado para operar segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) apenas se um veículo (81; 92) está ocupando uma respectiva seção do curso de deslocamento onde o segmento (T1, T2, T3, T4, T5) está localizado.

5 5. Sistema, de acordo com a reivindicação precedente, em que o sistema é adaptado para comutar os segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) apenas se um veículo (81; 92) estiver ocupando completamente uma respectiva seção do curso de deslocamento.

10 6. Método para transferência de energia elétrica para um veículo (81, 92), em particular para um veículo ligado a carril, tal como um veículo leve sobre trilhos, em que:

15 - um campo eletromagnético é produzido por uma disposição de condutor elétrico (12) localizada ao longo do carril, assim, transferindo a energia elétrica para o veículo (81; 92);

20 - o campo eletromagnético é produzido através da condução de pelo menos uma primeira fase de uma corrente alternada em uma primeira linha (1) da disposição de condutor elétrico (12) e através da condução de pelo menos uma segunda fase da corrente alternada em uma segunda linha (2) da disposição de condutor elétrico (12);

25 - os segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) da disposição de condutores são ligados e desligados separadamente dos outros segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) a fim de gerar o campo eletromagnético em uma região restrita do curso de deslocamento do veículo, em que cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5) se estende ao longo de uma seção diferente do curso de deslocamento do veículo e em que cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5) compreende seções das pelo menos duas linhas.

30 7. Método, de acordo com a reivindicação precedente, em que pelo menos dois segmentos consecutivos (T1, T2, T3, T4, T5) são operados ao mesmo tempo, em que linhas correspondentes (1, 2, 3) para realização da mesma fase da corrente alternada nas seções consecutivas (T1, T2, T3, T4, T5) são conectadas em série uma com a outra.

8. Método, de acordo com a reivindicação precedente, em que, se apenas um dos dois segmentos consecutivos é operado em um momento, as linhas (1, 2, 3) do segmento (T1, T2, T3, T4, T5), que é operado são conectadas a um ponto comum ou a um sistema de suprimento de energia e, em que, se os dois segmentos consecutivos são operados ao mesmo tempo, as linhas correspondentes (1, 2, 3) dos segmentos consecutivos (T1, T2, T3, T4, T5) são conectadas em série uma com a outra.

9. Método, de acordo com a reivindicação precedente, em que os comprimentos dos segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) ao longo do curso de deslocamento são mais curtos do que o comprimento de um veículo (81; 92) na direção de deslocamento e em que os segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) são ligados apenas se um veículo (81; 92) já está ocupando a respectiva seção do curso de deslocamento ao longo do qual o segmento (T1, T2, T3, T4, T5) se estende.

10. Método, de acordo com a reivindicação precedente, em que os segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) são ligados apenas se um veículo (81; 92) está ocupando completamente a respectiva seção do curso de deslocamento.

11. Método, de acordo com uma das reivindicações precedentes, em que a ocupação de uma respectiva seção por um veículo (81; 92) é detectada através da detecção de uma tensão e/ ou uma corrente no segmento (T1, T2, T3, T4, T5) ou em um laço separado, tensão e/ ou corrente que é causada por acoplamento indutivo do veículo (81; 92) ao segmento de linha (T1, T2, T3, T4, T5) e/ ou que é causada por campos eletromagnéticos produzidos pelo veículo (81; 92).

12. Método, de acordo com uma das reivindicações precedentes, em que um segmento (T1, T2, T3, T4, T5) é ligado antes que um dispositivo de recebimento de um veículo (81; 92) para recebimento da energia transferida entre na seção do curso de deslocamento ao longo do qual o segmento (T1, T2, T3, T4, T5) se estende.

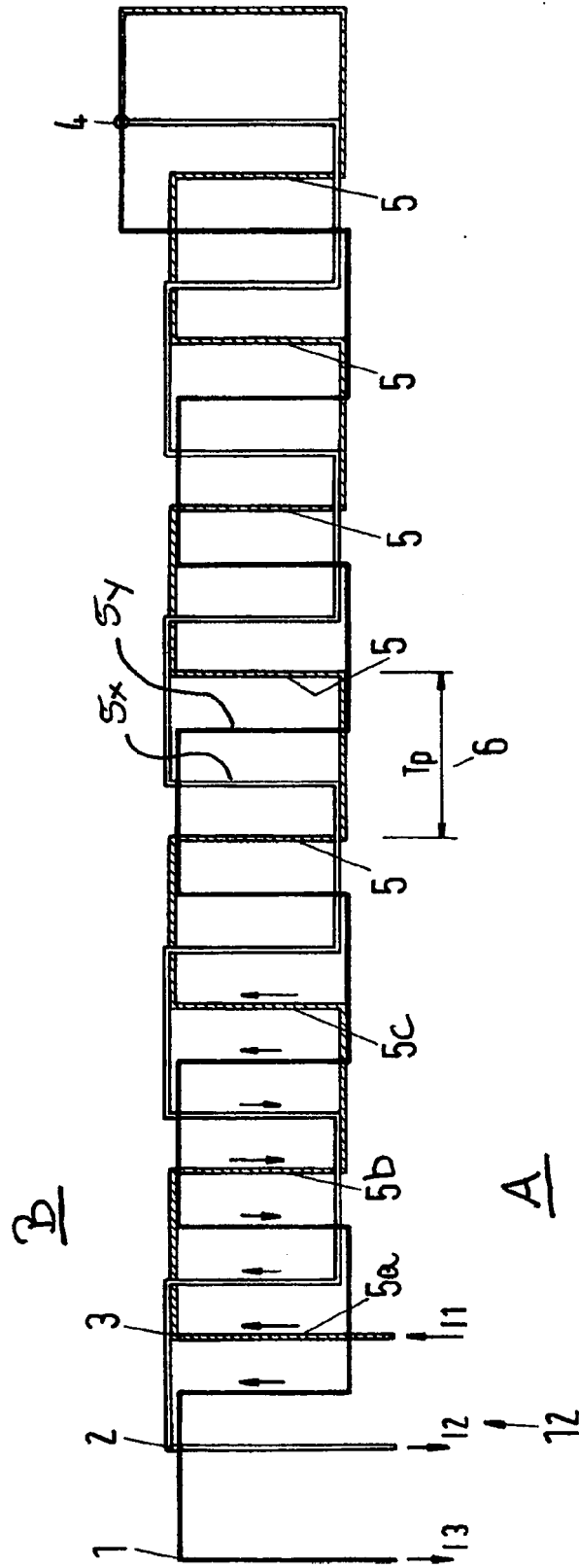


Fig.1

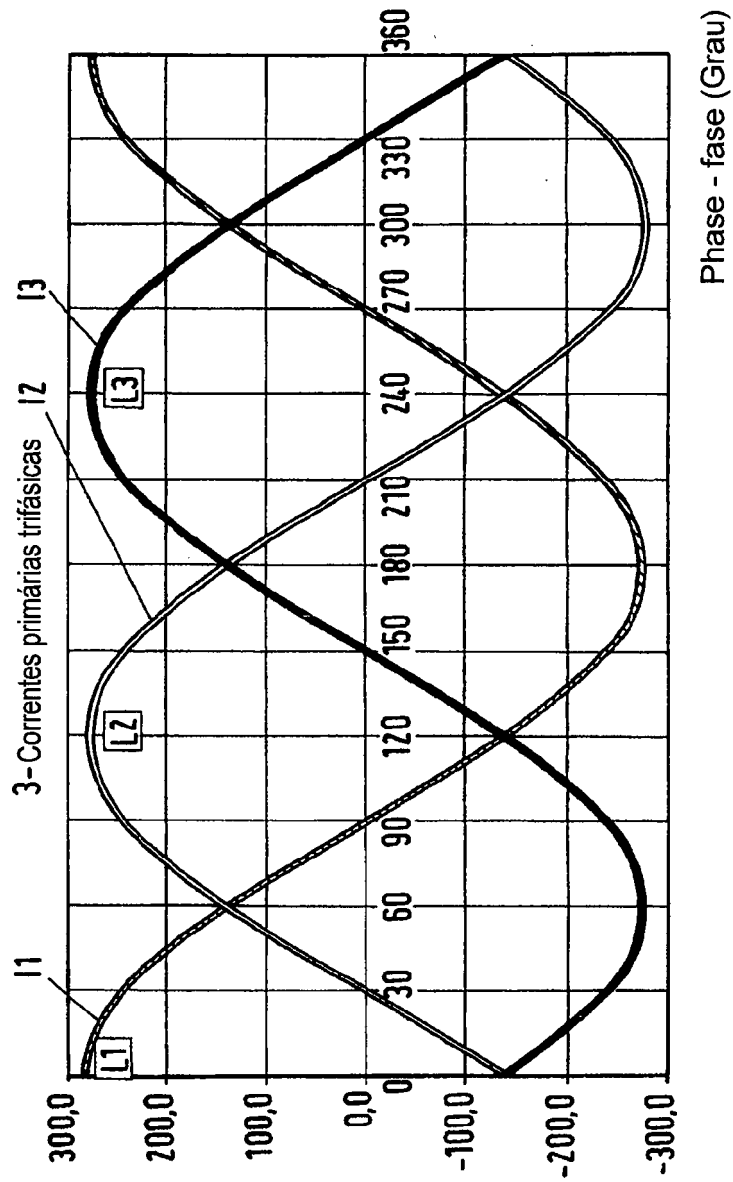


Fig.2

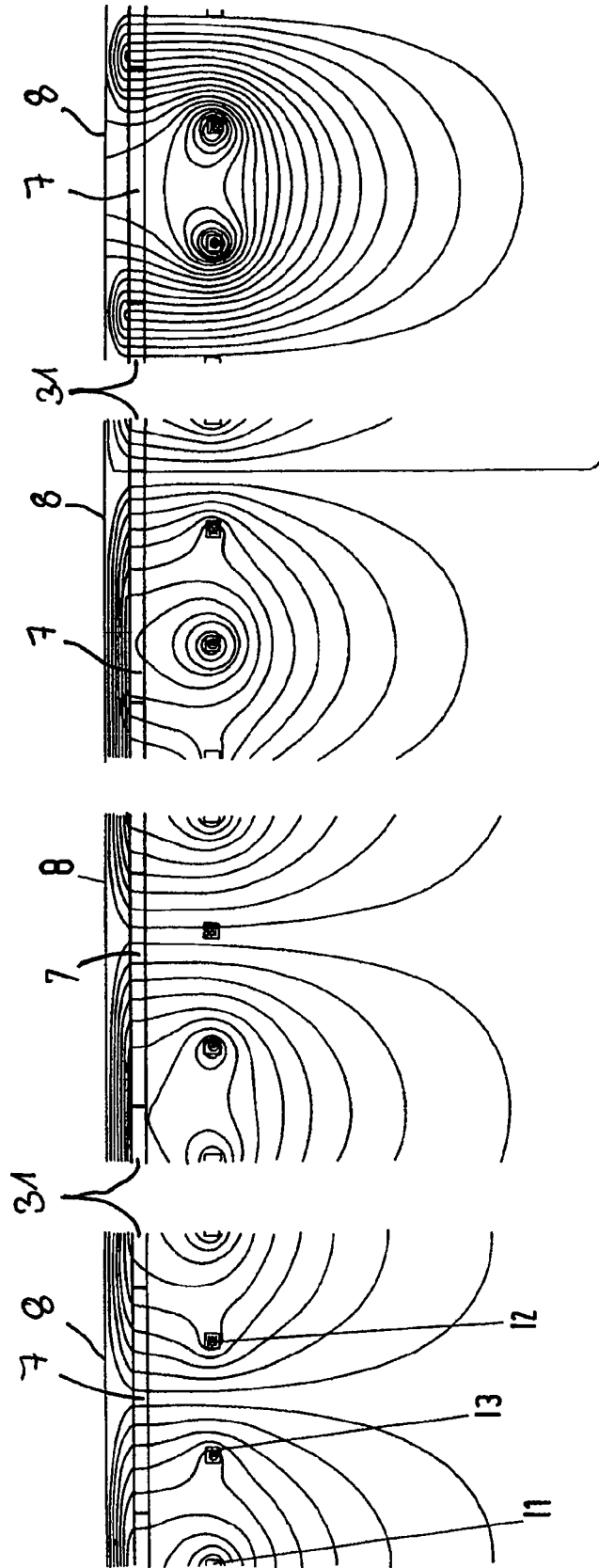


Fig.3

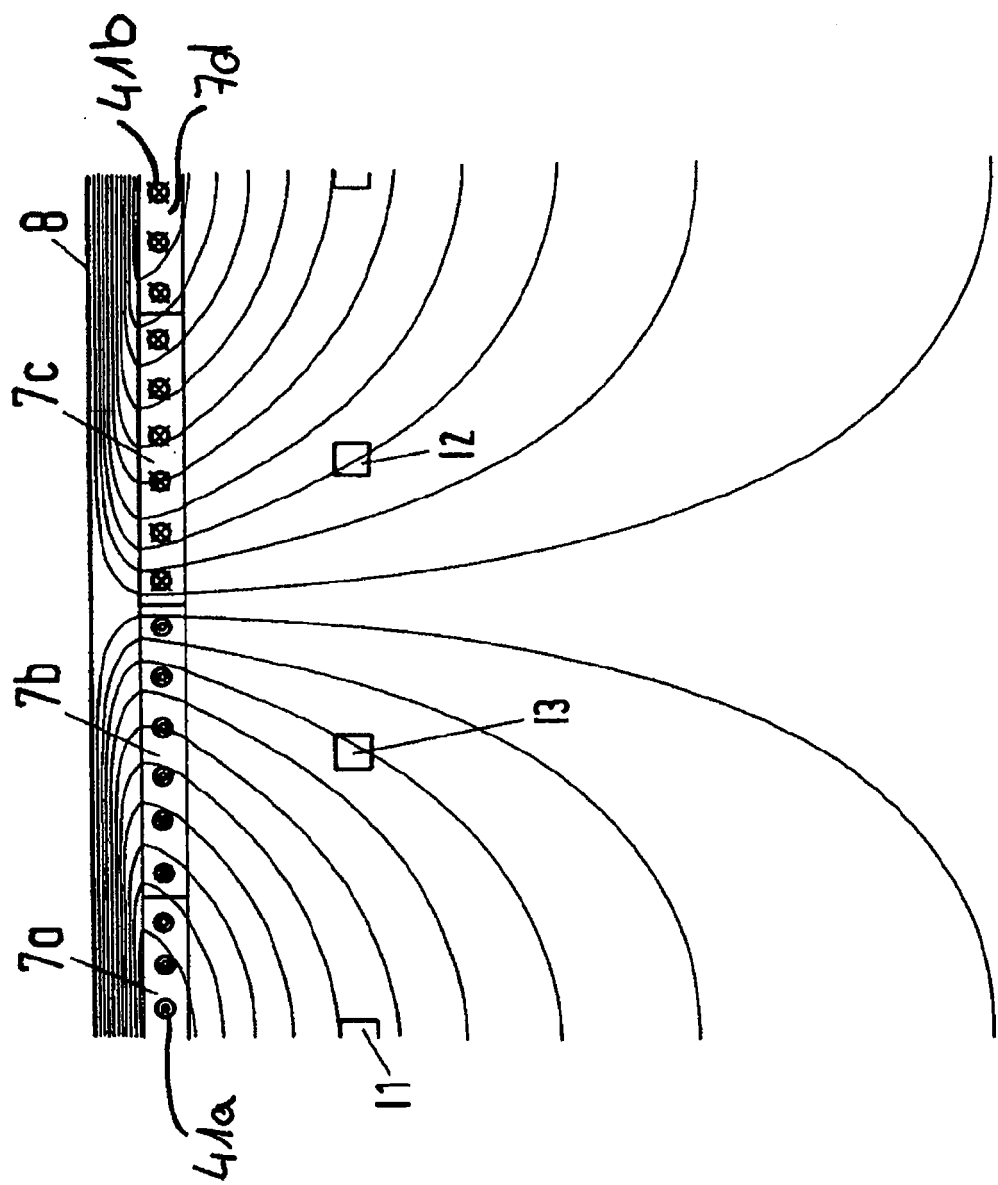


Fig.4

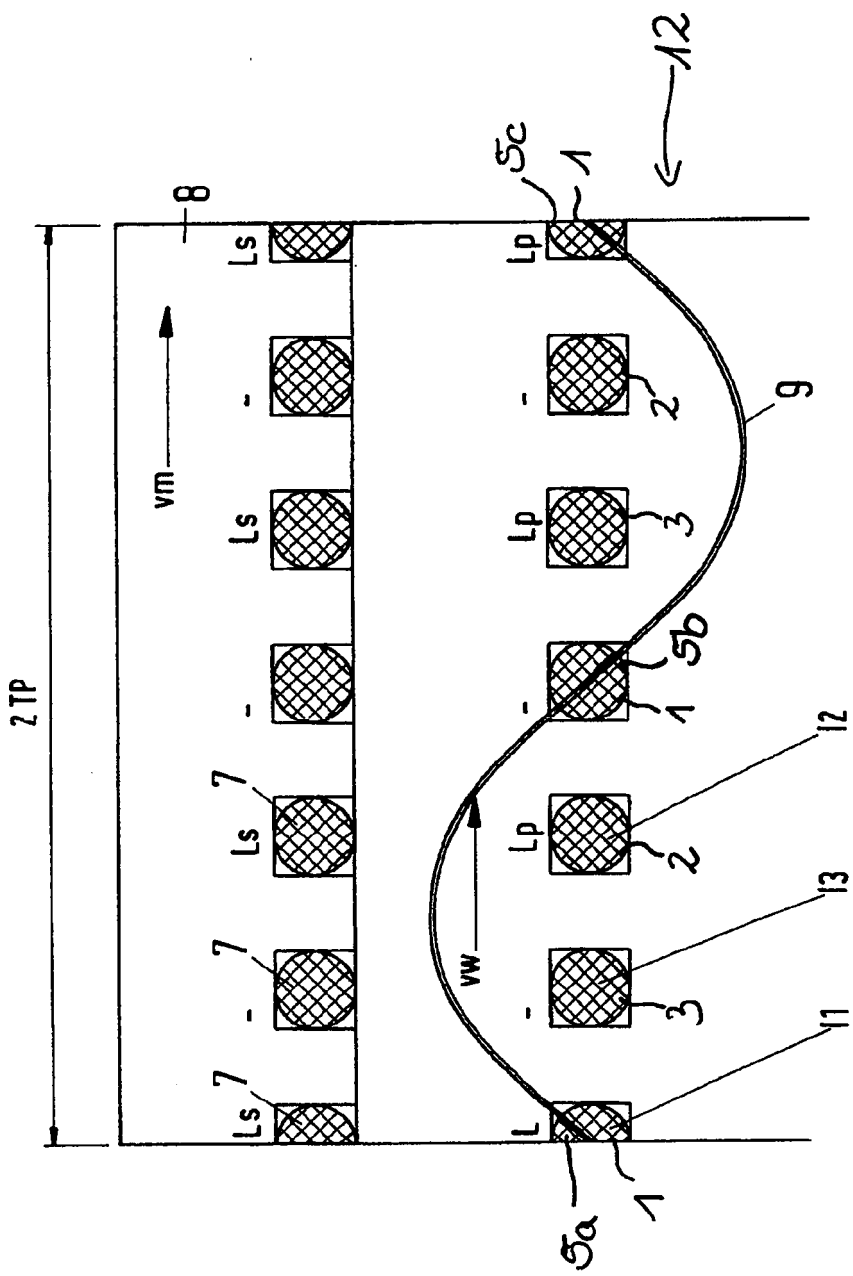


Fig.5

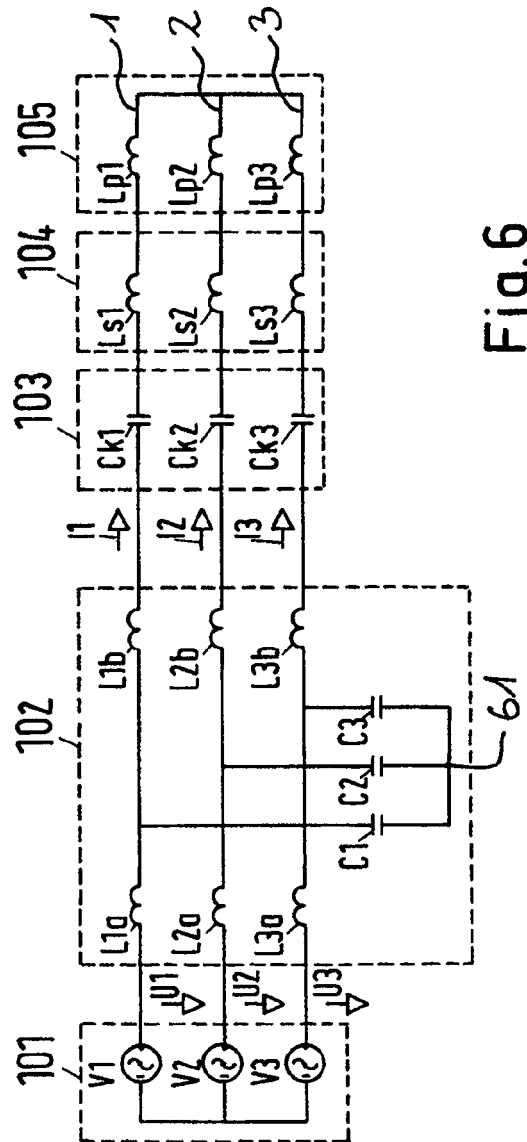
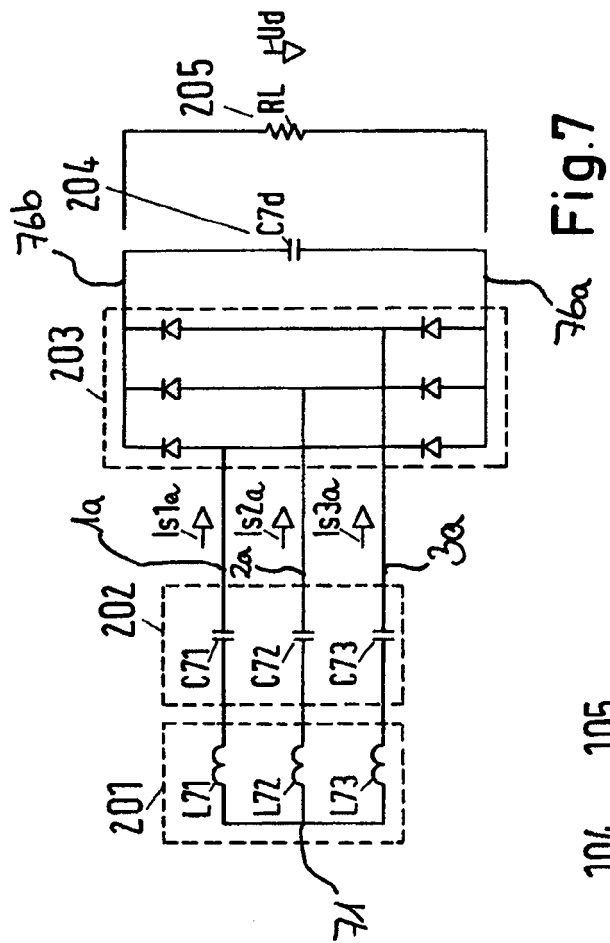


Fig. 6

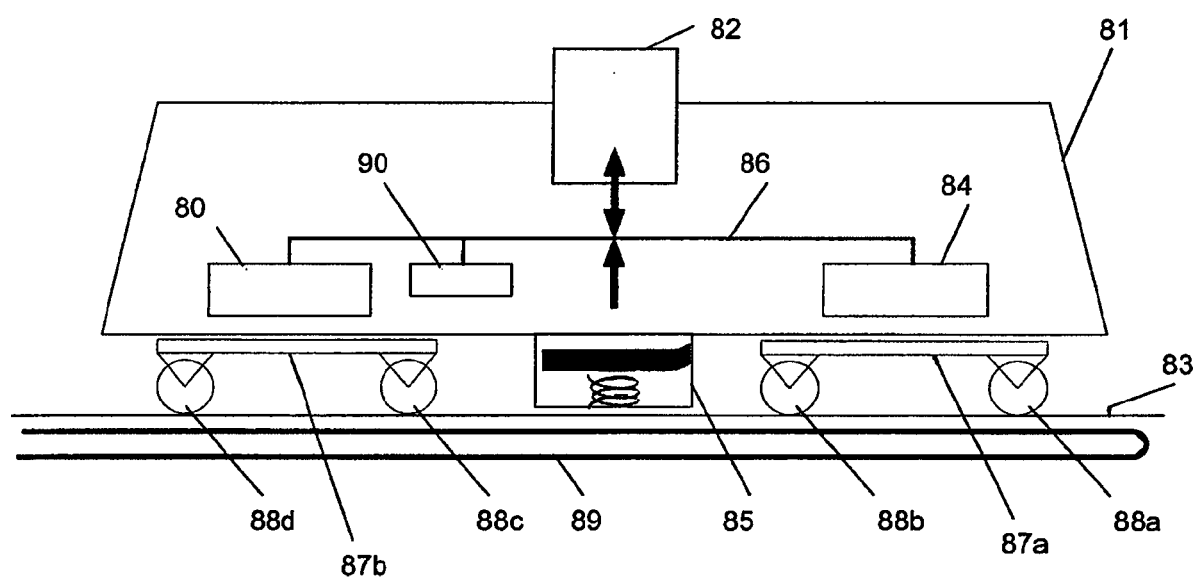
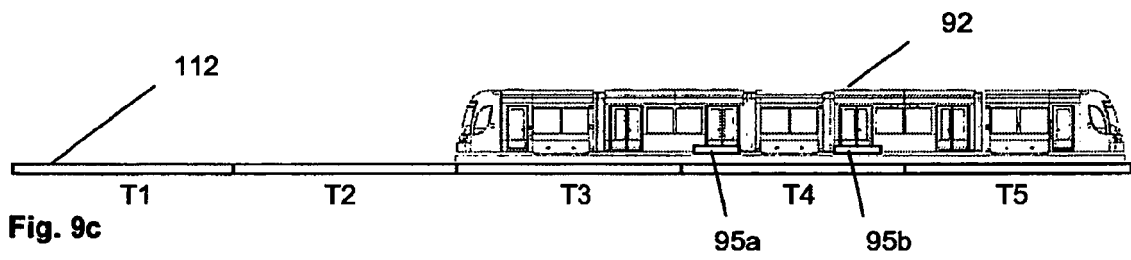
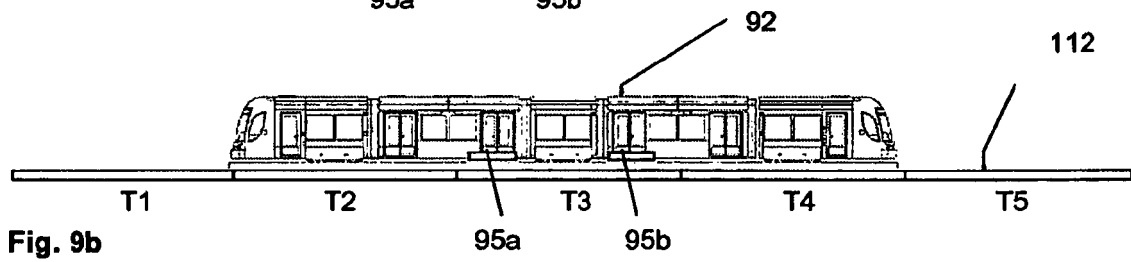
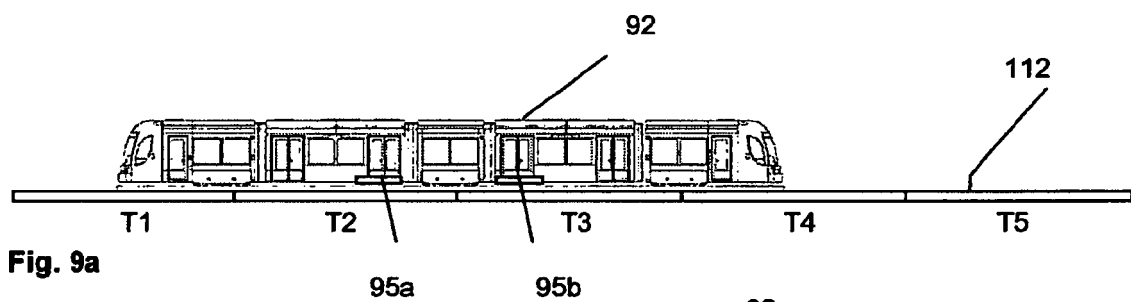


FIG . 8



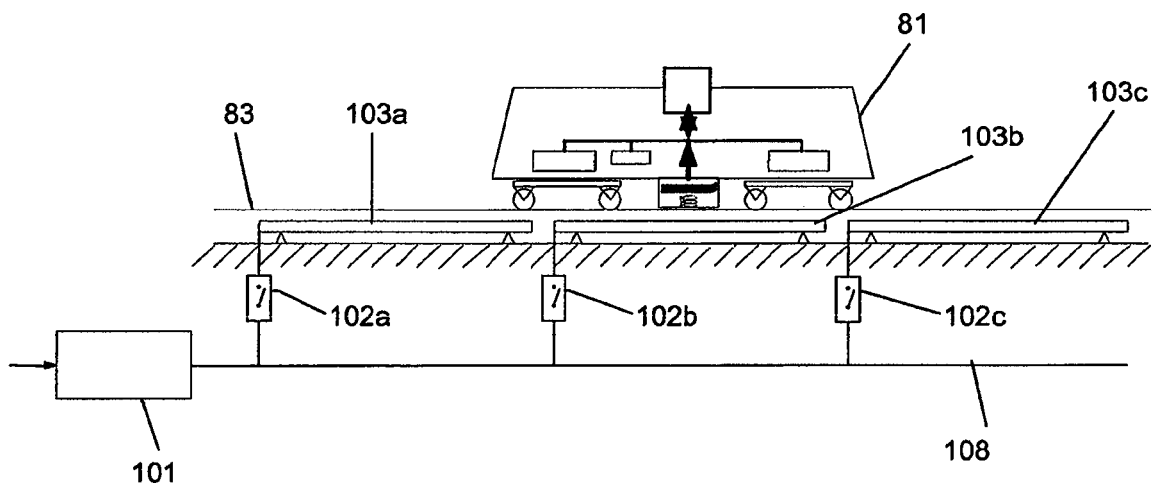


FIG. 10

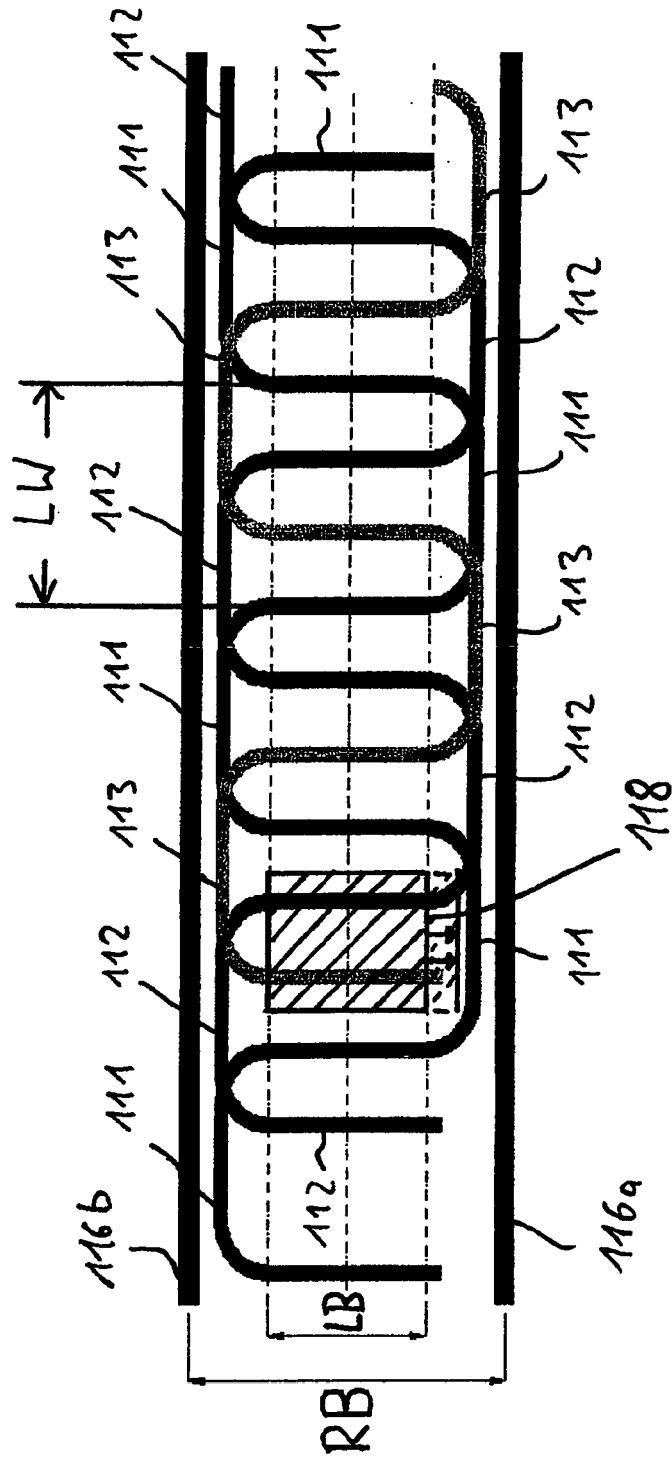


Fig. 11

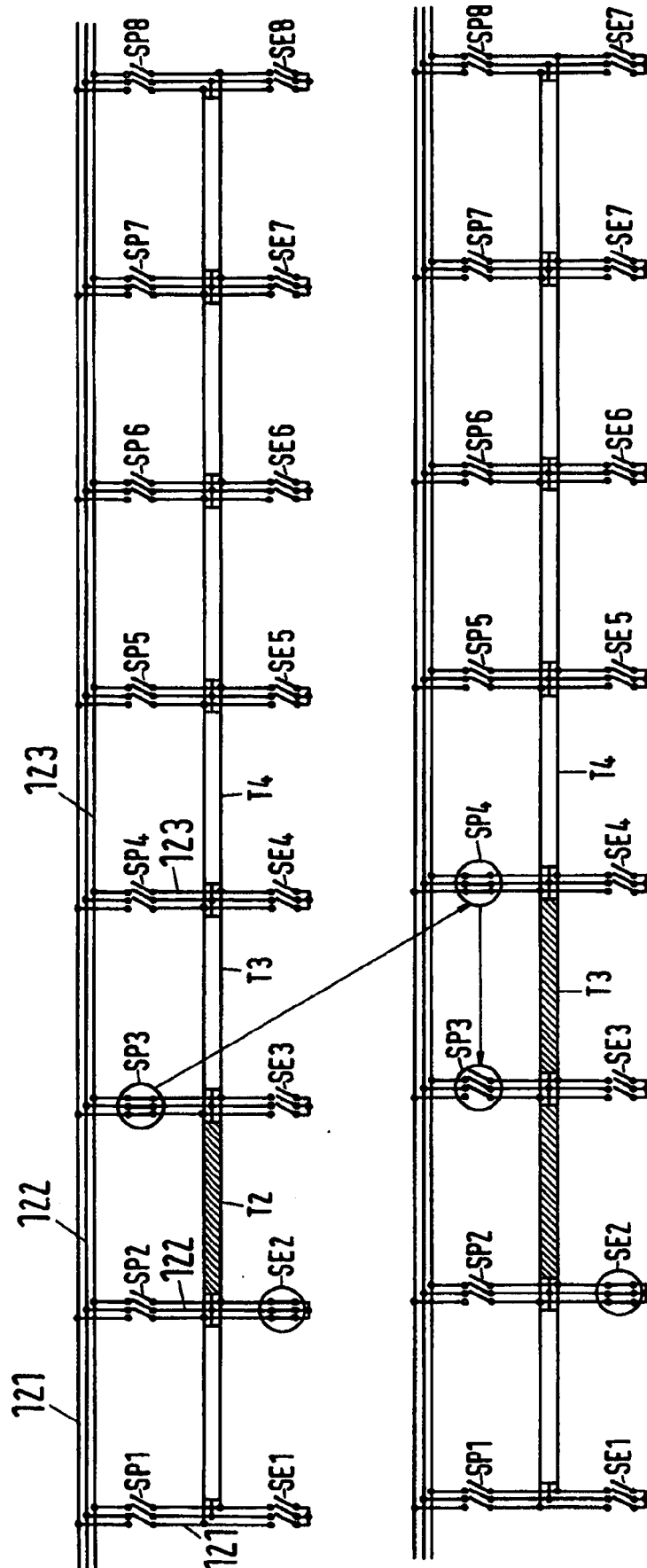


Fig.12

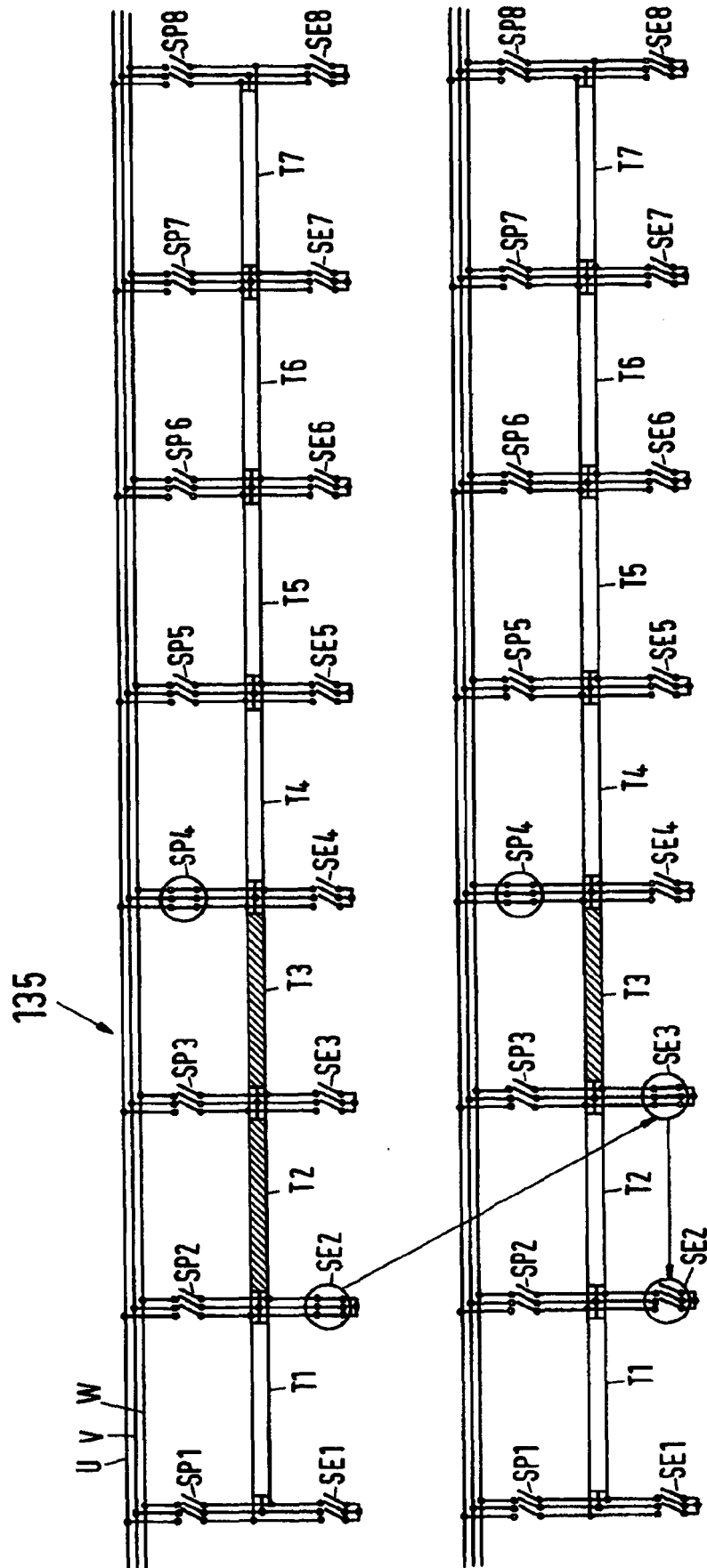


Fig.13

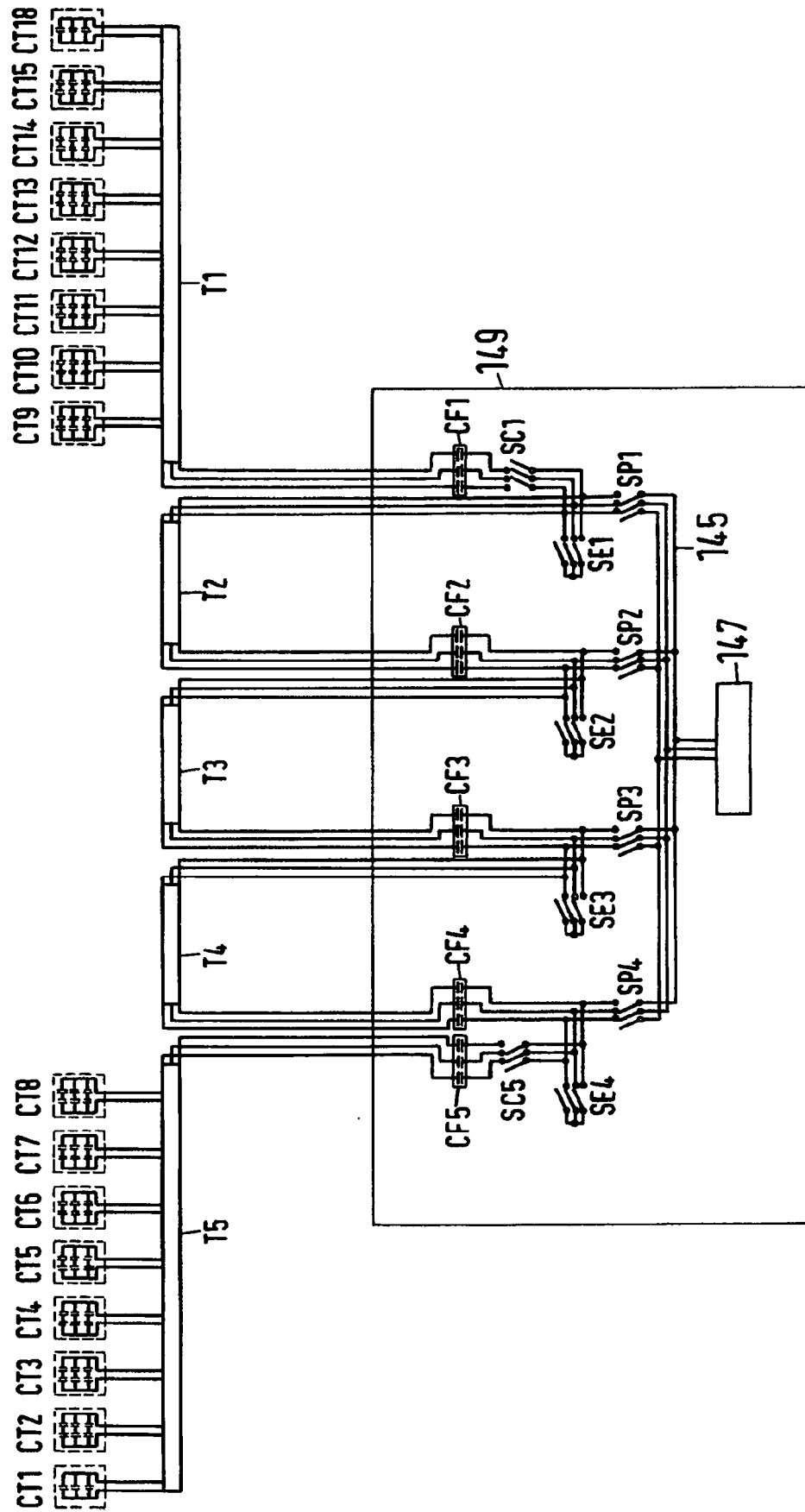


Fig.14

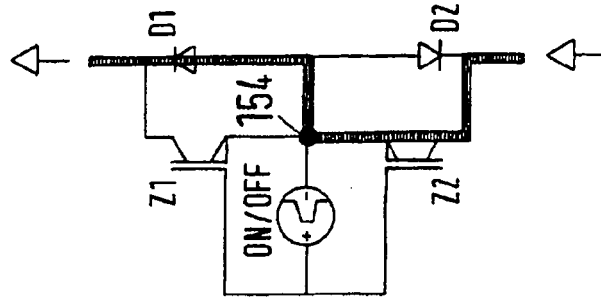


Fig. 15c

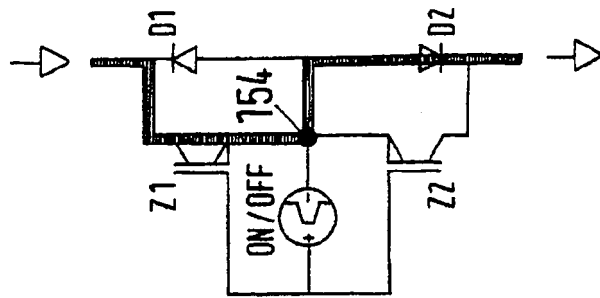


Fig. 15b

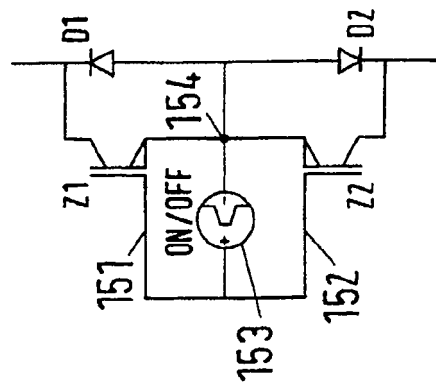


Fig. 15a

RESUMO

Patente de Invenção: "**SISTEMA E MÉTODO PARA TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA PARA UM VEÍCULO**".

5 A presente invenção refere-se a um sistema para transferência de energia elétrica para um veículo (81, 92), em particular para um veículo ligado a carril, tal como um veículo leve sobre trilhos, em que:

- o sistema compreende uma disposição de condutor elétrico (12) para produção de um campo eletromagnético alternado e para, assim, transferir a energia para o veículo (81; 92);

10 - a disposição de condutor elétrico (12) compreende pelo menos duas linhas (1, 2, 3), em que cada linha (1, 2, 3) é adaptada para conduzir uma diferença de fases de uma corrente elétrica alternada;

- a disposição de condutor compreende uma pluralidade de segmentos (T1, T2, T3, T4, T5), em que cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5),
15 se estende ao longo de uma seção diferente do curso de deslocamento do veículo, cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5), compreende seções das pelo menos duas linhas e cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5), pode ser ligado e desligado separadamente dos outros segmentos.