

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

(21) **PI 1002171-0 A2**



(22) Data de Depósito: 24/05/2010
(43) Data da Publicação: 24/01/2012
(RPI 2142)

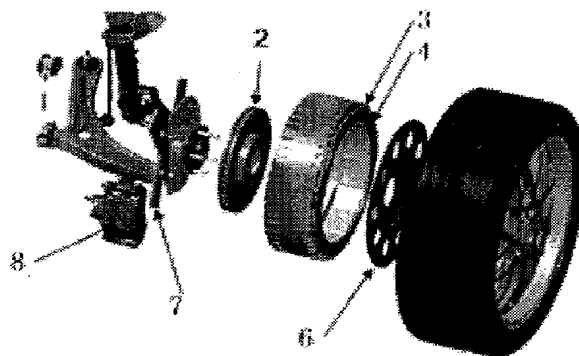
(51) *Int.Cl.:*
B60L 7/10

(54) Título: CONJUNTO, GERADOR DE ENERGIA ELÉTRICA EMBUTIDO NA(S) RODA(S) DE VEÍCULOS ELÉTRICOS PUROS, HÍBRIDOS, MOVIDOS A CÉLULA COMBUSTÍVEL DE HIDROGÊNIO, OU QUAISQUER OUTRAS TECNOLOGIAS AUTOMOTIVAS QUE UTILIZEM UM MOTOR ELÉTRICO COMO MEIO DE PROPULSÃO, GERADOR ESTE QUE PROPORCIONA AUMENTO SUBSTANCIAL DA AUTONOMIA DE RODAGEM DO VEÍCULO ELÉTRICO

(73) Titular(es): Nicolas Del Collado Larcipretti, Wellington Saad Larcipretti

(72) Inventor(es): Nicolas Del Collado Larcipretti, Wellington Saad Larcipretti

(57) Resumo: CONJUNTO, GERADOR DE ENERGIA ELÉTRICA EMBUTIDO NA(S) RODA(S) DE VEÍCULOS ELÉTRICOS PUROS, HÍBRIDOS, MOVIDOS A CÉLULA COMBUSTÍVEL DE HIDROGÊNIO, OU QUAISQUER OUTRAS TECNOLOGIAS AUTOMOTIVAS QUE UTILIZEM UM MOTOR ELÉTRICO COMO MEIO DE PROPULSÃO, GERADOR ESTE QUE PROPORCIONA AUMENTO SUBSTANCIAL DA AUTONOMIA DE RODAGEM DO VEÍCULO ELÉTRICO. A presente patente de invenção diz respeito a um conjunto gerador de energia elétrica, simples e de baixo custo, instalado dentro de uma ou mais rodas de qualquer tipo de veículo elétrico automotivo, como automóveis, vans, utilitários, ônibus, caminhões, e outros, quer sejam veículos elétricos puros com emissão zero de poluentes, veículos elétricos híbridos, ou de quaisquer outras tecnologias que utilizem motores elétricos como meio de propulsão em sua concepção, o qual pode ser instalado em qualquer oficina mecânica e/ou auto-elétrica, ou já sair instalado de fábrica nos veículos elétricos novos (OKM), que requer pouca, ou nenhuma, manutenção em seu funcionamento posterior.



“CONJUNTO, GERADOR DE ENERGIA ELÉTRICA EMBUTIDO NA(S) RODA(S) DE VEÍCULOS ELÉTRICOS PUROS, HÍBRIDOS, MOVIDOS A CÉLULA COMBUSTÍVEL DE HIDROGÊNIO, OU QUAISQUER OUTRAS TECNOLOGIAS AUTOMOTIVAS QUE UTILIZEM UM MOTOR ELÉTRICO
5 **COMO MEIO DE PROPULSÃO, GERADOR ESTE QUE PROPORCIONA AUMENTO SUBSTANCIAL DA AUTONOMIA DE RODAGEM DO VEÍCULO ELÉTRICO”**

A presente patente de invenção diz respeito a um conjunto gerador de energia elétrica, simples e de baixo custo,
10 montado dentro de uma ou mais rodas de qualquer tipo de veículo elétrico automotivo, como automóveis, vans, utilitários, ônibus, caminhões, e outros, quer sejam veículos elétricos puros com emissão zero de poluentes, veículos elétricos híbridos, ou de quaisquer outras tecnologias que utilizem motores elétricos como
15 meio de propulsão em sua concepção, o qual pode ser instalado em qualquer oficina mecânica e/ou auto-elétrica, ou já sair instalado de fábrica nos veículos elétricos novos (0KM), que requer pouca, ou nenhuma, manutenção em seu funcionamento posterior. Esse conjunto gerador, que será detalhado adiante, é composto
20 internamente por um elemento estator fixo à carcaça externa do gerador, que por sua vez é fixa na suspensão do veículo, um elemento rotor fixo ao eixo de rotação da roda, bem como seus respectivos enrolamentos elétricos com ou sem escovas “brushless”. Também faz parte do conjunto gerador, um circuito externo
25 controlador de potência e equilíbrio de cargas entre o motor elétrico do veículo e o seu banco de baterias, ou célula combustível do mesmo, possuindo saída para computador externo, objetivando a realização de testes e calibragem após a instalação do conjunto gerador, assistência técnica e manutenção se necessárias, bem
30 como de todas as demais funções que necessitam de controle

elétrico e/ou eletrônico, atuando como uma central eletrônica digital microprocessada, que será suficientemente detalhada no decorrer desse descritivo. O conjunto gerador pode ser fabricado em vários modelos dependendo da voltagem e potência necessárias ao motor elétrico utilizado em cada veículo, para o carregamento adicional de energia elétrica das baterias em equilíbrio com a energia fornecida ao motor elétrico, objetivando aumentar ainda mais a autonomia do veículo, que também serão todos detalhadamente descritos mais a frente.

10 **Panorama mundial** - Sabe-se que face às enormes conseqüências que a contínua emissão de gases poluentes em nossa atmosfera, principalmente originadas pela queima de combustíveis fósseis nos atuais veículos combustíveis, define um impulso imperativo para a Ciência e Tecnologia no século XXI.

15 Energia, segurança, segurança nacional, segurança ambiental e segurança econômica, provavelmente, apenas serão obtidas focando-se o problema energético nos próximos decênios.

O segredo está no desenvolvimento de novas tecnologias limpas (livre da emissão de gases nocivos), que possam

20 integrar-se de forma viável e econômica às tecnologias hoje existentes, possibilitando assim sua adoção em massa pela população, como a tecnologia que será extensamente descrita abaixo, objeto do presente registro de patente de invenção, fruto de muitos anos de pesquisas de seus inventores.

25 O estado-da-arte atual no planeta relativo à esse tipo de pesquisa, é conduzido pelas grandes montadoras automobilísticas mundiais, cujo foco atual é a produção de veículos Híbridos novos, acionados por combustíveis fósseis tradicionais e/ou por motores elétricos. Essas mesmas montadoras, não têm hoje

qualquer produto anunciado como o presente conjunto gerador de energia elétrica, que vise aumentar a autonomia dos veículos elétricos, quer sejam eles veículos elétricos puros, híbridos, ou com célula combustível, como o gerador objeto da presente patente de
5 invenção.

Modelos híbridos - Com dois motores, um a gasolina e outro elétrico, é uma máquina um pouco mais limpa e econômica que qualquer dos modelos até agora produzidos. Faz em média 28 km com um litro de gasolina, emite um pouco menos do
10 gás carbônico e um décimo dos outros poluentes tolerados pelas leis ambientais mais rigorosas. Isso é possível graças a uma central eletrônica computadorizada que comanda, ao mesmo tempo, um motor a gasolina e outro elétrico, sistema chamado de híbrido. Normalmente, são 58 cavalos de um motor 1.5 litros a gasolina e
15 outros 23 do motor elétrico, usa m a carga de um conjunto de baterias de níquel hidreto metálico, localizadas entre o banco traseiro e o porta-malas.

Veículo Elétrico Puro - A General Motors, por exemplo, lançou, em 1997, o EV1, de dois lugares, movido por
20 um motor elétrico alimentado por 26 baterias de ácido-chumbo, semelhantes às dos carros atuais. No mesmo ano, a Honda começou a vender o Honda EV Plus, de quatro lugares, na Califórnia e no Japão. A Europa unificada também estabeleceu suas metas de proteção ambiental, o que levou a Renault, a Citroën-Peugeot e a
25 Fiat a lançar carros elétricos. E para compensar a autonomia de apenas 90 km do Seicento, a Fiat criou em Turim o Estacionamento Ecológico: o usuário deixa seu carro num estacionamento e roda pelo centro histórico da cidade com um modelo elétrico experimental. Recentemente, a fábrica italiana trouxe a idéia para

Curitiba e pretende criar, em breve, outro estacionamento do mesmo tipo também em Belo Horizonte. No entanto, ainda não se tem notícia que existe alguma dessas empresas que esteja aproveitando a energia cinética rotacional das rodas dos veículos para gerar energia elétrica adicional e realimentar tanto o motor elétrico do veículo em movimento, como também equilibrar a carga do banco de baterias, como o presente invento objeto deste pedido de patente de invenção.

É objetivo da presente patente de invenção, um conjunto gerador de energia elétrica, montado dentro da(s) roda(s) de um veículo elétrico, composto internamente por um elemento estator fixo à carcaça externa do gerador, que por sua vez é fixa na suspensão do veículo, um elemento rotor fixo ao eixo de rotação da roda, bem como seus respectivos enrolamentos elétricos com ou sem escovas "brushless", anéis de fixação do estator e do rotor, pinças, rolamentos, e outros dispositivos mecânicos. Também faz parte do conjunto gerador, um circuito externo controlador de potência e equilíbrio de cargas entre o motor elétrico do veículo e o banco de baterias do mesmo, possuindo saída para computador externo para testes e calibragem após a instalação do conjunto gerador, assistência técnica e manutenção se necessárias, bem como de todas as demais funções que necessitam de controle elétrico e eletrônico, atuando como uma central eletrônica digital microprocessada responsável, entre outras finalidades, por estabelecer o equilíbrio da voltagem e amperagem do banco de baterias e do motor elétrico que impulsiona o veículo, controlar o estado dos circuitos eletrônicos digitais do controlador, bem como as mensagens do microprocessador interno à central de controle geral do veículo elétrico, indicando quais engenhos estão atuando a cada

momento, e os sinais de alerta que indicam eventuais falhas.

O conjunto gerador elétrico, de acordo com a presente patente de invenção, é adicionalmente explicado por meio dos desenhos anexos nos quais a Figura 1 mostra esquematicamente, de forma bem simplificada, a operação de um gerador de energia elétrica que tem por finalidade alimentar o motor elétrico do veículo, como também recompor a carga da bateria e fornecer energia aos demais componentes elétricos, todos os consumidores conectados ao gerador, mantendo também o equilíbrio de cargas durante o funcionamento do motor elétrico, que impulsiona o veículo. A Fig.1 ilustra o conjunto estator (1), fixo à estrutura de suspensão e chassi do veículo, com apenas dois pólos magnéticos (2), de polaridades magnéticas opostas, o rotor móvel (3) fixado à roda em movimento do veículo, bem como a força eletromagnética (4) resultante do movimento do rotor (3), que induz por efeito magnético uma corrente elétrica nos enrolamentos do estator (1). Este é o princípio simples que possibilita a geração de energia elétrica a partir do movimento das rodas do veículo, induzindo uma corrente elétrica alternada, com frequência proporcional à velocidade de rotação da roda.

A Fig.2 ilustra o conjunto estator de 12 polos (1), utilizado no gerador objeto deste pedido de patente, trifásico com seus quatro conjuntos de enrolamentos defasados eletromagneticamente em 120° entre si, na sequência ACB-ACB-ACB-ACB, cada conjunto A, B e C com seus respectivos pólos magnéticos norte (N) e sul (S) em contraposição mecânica. O conjunto rotor (3) é apresentado ao centro na Fig. 2 também com seus quatro enrolamentos N-S. O numero de pólos magnéticos tanto do estator, como do rotor, pode variar de projeto a projeto, dependendo das

características desejadas, não sendo este um fator limitante do presente pedido de patente de invenção.

Com a evolução dos veículos elétricos automotivos houve a incorporação de uma série de componentes de potência que aumentam a demanda de energia consumida. Com o aumento do trânsito nas cidades, com veículos elétricos funcionando em baixas rotações, levariam aos limites de funcionamento e aplicação dos geradores convencionais (com coletor), pois quanto maior a amplitude da variação de rotação, mais difícil se tornará o controle da conversão da corrente alternada trifásica, produzida pelo gerador, para corrente contínua, para suprir a potência necessária dos consumidores e também carregar o banco de baterias do veículo.

Para acompanhar a evolução nos veículos elétricos, a obtenção de corrente contínua sem a utilização de coletor, foi fornecida ao sistema, através de uma ponte retificadora trifásica, a base de diodos semicondutores de silício, os quais podem ser facilmente instalados no gerador devido as suas reduzidas dimensões. Ela permite a retificação da corrente alternada trifásica, de forma que o gerador forneça corrente contínua. Com estas características podemos denominar o nosso gerador como : "gerador trifásico de corrente contínua, sem coletor, com circuito eletrônico controlador de tensão e equilíbrio de cargas, cujo sistema controla a corrente de excitação do campo do rotor de forma a manter a tensão gerada no estator, dentro dos limites especificados".

O gerador assim construído baseia-se no princípio de indução eletromagnética para gerar energia elétrica, que a partir de um condutor (um fio ou espira) nos enrolamentos do estator é atravessado pelas linhas de um campo magnético gerado

pela rotação do rotor, assim, uma voltagem é induzida neste condutor, que independe do movimento entre o campo magnético e o condutor. Imagine um condutor imóvel com um campo magnético em rotação, se as extremidades desse condutor estão conectadas a um voltímetro, será possível verificar que a voltagem tomará uma forma alternada, devida à variação da posição da espira em relação aos pólos. Se a rotação desta espira é constante, a curva de tensão por posição (ângulo de rotação) da espira será senoidal.

O termo eletromagnetismo também inclui o fenômeno físico de que condutores submetidos a uma corrente elétrica são rodeados por um campo magnético. No caso de uma bobina, a força do campo magnético gerado depende do número de espiras e da magnitude da corrente que flui através dela (na prática, utiliza-se uma bobina com grande número de espiras, que também é conhecida como armadura). Este campo magnético pode ser ampliado com o uso de núcleos de ferros magnetizáveis. O uso destes princípios no gerador leva ao fato de que se pode aumentar ou reduzir a intensidade do campo magnético e, desta forma, aumentar ou reduzir a voltagem induzida. Quando a corrente de excitação de um eletroímã para de circular, o campo magnético de suas espiras também se extingue, com exceção de uma pequena parcela residual. A corrente de excitação pode vir de uma fonte externa de energia, por exemplo, da bateria ou do próprio circuito elétrico do gerador. Uma vantagem da corrente trifásica é que ela permite o uso mais eficiente do potencial do gerador.

No gerador ilustrado na Fig. 2, há três bobinas idênticas (A, C, B), dispostas mecanicamente à 120° uma da outra. De acordo com o princípio da indução, à medida que o rotor (3) gira são geradas três correntes alternadas de mesma

freqüência e magnitude, porém defasadas em 120° elétricos no estator (1). Estas três correntes são chamadas de corrente alternada trifásica. Normalmente, um gerador precisaria de seis fios para conduzir a corrente induzida nas três bobinas. No entanto, é possível
5 reduzirmos o número de conexões para três, ligando as bobinas entre si. Há duas formas possíveis de se fazer esta ligação: em triângulo ou em estrela.

Em nosso gerador, foi provado que é mais vantajoso alojar este arranjo de bobinas na parte estacionária do
10 equipamento, também chamada de estator (1). Os pólos do magneto, que é atravessado pela corrente de excitação, ficam na parte móvel do equipamento ou rotor (3). Esta corrente de excitação é uma corrente contínua, pulsante, que gera um campo magnético na armadura do rotor (3), que por sua vez, induz uma corrente
15 alternada trifásica no estator (1).

A Fig.3 ilustra a corrente alternada trifásica (3), gerada pelo gerador de energia elétrica objeto do presente pedido de patente de invenção, que tem a desvantagem de não poder ser armazenada na bateria, e também não é adequada para
20 alimentar os componentes elétricos e eletrônicos do veículo, bem como seu motor elétrico. Para realizar esta alimentação é necessário, primeiramente, retificar a corrente. Esta retificação é feita através dos diodos semicondutores apresentados na Fig. 3 (1) em ligação triângulo ou estrela, com circuito elétrico equivalente (2).
25 O diodo retificador permite que a corrente circule somente em um sentido (no sentido da seta do símbolo do diodo), ou seja, ele só permite a passagem das "meias ondas" positivas como ilustrado na Fig.3 (4), cujo resultado é uma corrente contínua pulsante. Na retificação de sistemas trifásicos, este método é aplicado em cada

- uma das fases. Para que se possa tirar proveito de todas as "meias ondas", incluindo as negativas, é necessário utilizar dois diodos por fase: um diodo no lado positivo e outro, no lado negativo como ilustrado na Fig. 3 (2). Este circuito, chamado de ponte, provê a
- 5 retificação de onda completa. O resultado da retificação é a soma das amplitudes positiva e negativa da corrente trifásica (4). Esta soma gera uma corrente contínua (5), com um certo fator de ruído "ripple". Essas flutuações na corrente podem ser suavizadas pela
- 10 bateria e pelos capacitores que ficam ligados em paralelo com o gerador. A corrente de excitação, que tem como tarefa magnetizar os pólos da armadura do rotor, vem do circuito trifásico e também passa por uma retificação de onda completa antes de alimentar a armadura. Esta retificação é realizada com o auxílio dos diodos de
- 15 excitação. Os diodos retificadores do gerador não apenas retificam a corrente de excitação e a corrente que alimenta os componentes elétricos e eletrônicos do veículo, mas também impedem que a bateria descarregue através das três bobinas do estator. Há três circuitos internos no gerador:
- Circuito de pré-excitação;
 - 20 - Circuito de excitação (auto-excitação), e
 - Circuito regulador de tensão.

CIRCUITO DE PRÉ-EXCITAÇÃO

- A corrente que vem do banco de baterias pré-excita o gerador. A pré-excitação é necessária, pois nos
- 25 geradores, o magnetismo residual no núcleo de ferro não é suficiente no instante de partida. Portanto, o gerador não é capaz de gerar um campo magnético suficiente, e conseqüentemente gerar a voltagem necessária. No circuito de excitação há um diodo de excitação e um diodo de potência em série para cada uma das fases.

Portanto, a auto-excitação só começa depois que o gerador consegue gerar uma voltagem maior que, pelo menos, a queda de tensão nos dois diodos ($2 \times 0,7 \text{ V} = 1,4 \text{ V}$). Quando a roda do veículo elétrico começa a girar, a corrente que flui deve ser grande o

5 bastante para gerar um campo magnético capaz de iniciar o processo de auto-excitação.

CIRCUITO DE EXCITAÇÃO

A função do circuito de excitação é produzir um campo magnético no rotor e, desta forma, induzir a voltagem

10 necessária nas três bobinas do estator, durante todo o tempo de operação. Parte da corrente do estator flui para a bateria e as cargas, e outra parte, para o regulador e rotor. Quando o circuito de excitação começa a entrar em funcionamento (quando a lâmpada de advertência apaga), a tensão gerada no estator ainda é muito

15 pequena para alimentar as cargas, portanto o fluxo de corrente acontece apenas no circuito de auto-excitação. O rotor é alimentado pelo estator, e passa a induzir uma tensão maior que a anterior. Este ciclo se repete, até que a tensão induzida no estator seja suficiente para colocar os diodos do circuito principal em condução, e

20 alimentar as baterias e as demais cargas presentes no veículo. Neste ponto, o regulador impede que a tensão gerada continue aumentando. A Fig.4 ilustra as partes básicas do gerador dentro da roda:

- Estator dentro da roda (3): consiste de três enrolamentos (12
- 25 polos), dispostos a 120° uns dos outros;
- Rotor dentro da roda (4): é a parte móvel do gerador, acoplado à roda do veículo elétrico. Possui um eixo que carrega o eletroímã, os anéis (6) e coletores, pelos quais a corrente circula;
- Ventoinha interna à roda (5): também conectada ao eixo do rotor,

serve para refrigerar o gerador.

- Retificador: possui seis diodos de potência e três diodos de excitação, que convertem a corrente trifásica em corrente contínua;
- Regulador: também montado no interior da carcaça do gerador,
5 serve para regular a tensão gerada;
- Anéis e coletores (6 e 7): os anéis são fixos aos pólos do eletroímã, enquanto que os coletores são pressionados contra os anéis. Servem para proteger e fixar as partes internas do gerador. A Fig. 4 ilustra também partes da suspensão do veículo (1), a fixação do conjunto
10 gerador ao disco (2) e às pinças das pastilhas do freio (8), finalizando a fixação na roda (5) do veículo elétrico.

CIRCUITO REGULADOR DE TENSÃO

- A função do regulador, montado também internamente à carcaça do gerador, é manter constante a tensão
15 gerada para todos os campos de velocidades de operação do veículo, refletida em suas rodas. A regulação automática de voltagem não é uma tarefa simples, pois o motor do veículo muda constantemente de rotação. Além disso, muitos dos dispositivos elétricos e eletrônicos do veículo ficam ligados por um breve período de tempo,
20 ou são acionados manualmente. Portanto, a carga que o gerador deve alimentar não é constante. Quando o motor está em alta rotação e há poucas cargas a serem alimentadas, deve-se garantir que a tensão seja limitada até um valor preestabelecido, normalmente o valor do "Tricker Point" do banco de baterias.
25 Dessa forma, protege-se os dispositivos contra sobrecargas. Além disso, deve-se levar em conta que as propriedades eletroquímicas das baterias variam com a temperatura. Portanto, deve-se gerar uma tensão maior nos dias frios.

A tensão gerada pelo gerador aumenta tanto

com a sua rotação, quanto com a força do campo magnético, devido à corrente de excitação. Se um gerador fosse posto a operar sob máxima corrente de excitação, sem cargas conectadas, a tensão cresceria linearmente com velocidade de rotação do seu eixo.

- 5 O princípio da regulação de tensão é baseado na regulação da corrente de excitação, que por sua vez, regula o campo magnético do rotor. O regulador entra em funcionamento quando a tensão gerada ultrapassa o valor pré-estabelecido. Ele interrompe a corrente de excitação, fazendo com que o campo magnético do rotor
- 10 diminua. Quando a tensão cai abaixo do valor pré-estabelecido, a excitação do gerador é acionada novamente e o ciclo se repete, isto ocorre muito rápido (em milissegundos). Apesar desse chaveamento que é feito sobre a corrente, ela não cai ou se eleva abruptamente. Isso se deve ao fato de que o enrolamento presente no rotor é uma
- 15 grande carga indutiva. Portanto, o seu campo magnético gera uma força contra-eletromotriz quando a corrente tende a variar, suavizando a variação da corrente. Os reguladores do gerador têm a função de controlar apenas a tensão. Isto se deve ao fato de que a função do relé de corte é exercida pelos diodos, e a limitação da
- 20 corrente é desnecessária, pois a partir de uma determinada rotação a corrente atinge um valor máximo, por isso se diz que os geradores são autolimitantes.

PRINCIPAIS PARTES DO SISTEMA

- Apenas a título de exemplo, a Fig. 5 ilustra
- 25 um veículo elétrico com os geradores, objeto da presente patente de invenção, posicionados em todas as quatro rodas do veículo (1), o banco de baterias (2), o motor elétrico (4) e a central de controle (3), ou controlador, que é o circuito microprocessado responsável pelo equilíbrio na distribuição de cargas dos geradores para o motor

elétrico, para o banco de baterias e para todos os demais circuitos consumidores de energia elétrica do veículo, controlador este que faz parte integrante do presente pedido de patente de invenção.

Ainda, apenas para facilitar a compreensão, o

- 5 anexo apresenta a foto do conjunto gerador de energia elétrica completo, montado dentro da roda do veículo, em corte, bem como fora da roda.

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto gerador de energia elétrica, montado dentro da(s) roda(s) de um veículo qualquer tracionado por motor elétrico, gerador este composto internamente por um
5 elemento estator fixo à carcaça externa do mesmo, que por sua vez é fixa na suspensão do veículo, um elemento rotor fixo ao eixo de rotação da roda, bem como seus respectivos enrolamentos elétricos com ou sem escovas "brushless", um circuito de pré-excitação, um circuito de excitação (auto-excitação), um circuito regulador de
10 tensão, anéis de fixação do estator e do rotor, pinças, rolamentos, e outros dispositivos mecânicos. Também faz parte do conjunto gerador, um circuito externo controlador de potência e equilíbrio de cargas entre o motor elétrico do veículo e o banco de baterias do mesmo, possuindo saída para computador externo para testes e
15 calibragem após a instalação do conjunto gerador, assistência técnica e manutenção se necessárias, bem como de todas as demais funções que necessitam de controle elétrico e eletrônico, atuando como uma central eletrônica digital microprocessada responsável, entre outras finalidades, por estabelecer o equilíbrio da voltagem e
20 amperagem do banco de baterias e do motor elétrico que impulsiona o veículo, controlar o estado dos circuitos eletrônicos digitais do controlador, bem como as mensagens do microprocessador interno à central de controle geral do veículo elétrico, indicando quais engenhos estão atuando a cada momento, e os sinais de alerta que
25 indicam eventuais falhas. A Fig.4 ilustra as partes básicas do gerador dentro da roda:
 - Estator dentro da roda (3): consiste de três enrolamentos (12 polos), dispostos a 120º uns dos outros;

- Rotor dentro da roda (4): é a parte móvel do gerador, acoplado à roda do veículo elétrico. Possui um eixo que carrega o eletroímã, os anéis (6) e coletores, pelos quais a corrente circula;
- Ventoinha interna à roda (5): também conectada ao eixo do rotor, serve para refrigerar o gerador.
- Retificador: possui seis diodos de potência e três diodos de excitação, que convertem a corrente trifásica em corrente contínua;
- Regulador: também montado no interior da carcaça do gerador, serve para regular a tensão gerada;
- Anéis e coletores (6 e 7): os anéis são fixos aos pólos do eletroímã, enquanto que os coletores são pressionados contra os anéis. Servem para proteger e fixar as partes internas do gerador. A Fig. 4 ilustra também partes da suspensão do veículo (1), a fixação do conjunto gerador ao disco (2) e às pinças das pastilhas do freio (8), finalizando a fixação na roda (5) do veículo elétrico.

2. Conjunto gerador de energia elétrica, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ser adicionalmente explicado por meio dos desenhos anexos nos quais a Figura 1 mostra esquematicamente, de forma bem simplificada, a operação de um gerador de energia elétrica que tem por finalidade alimentar o motor elétrico do veículo, como também recompor a carga da bateria e fornecer energia aos demais componentes elétricos, todos os consumidores conectados ao gerador, mantendo também o equilíbrio de cargas durante o funcionamento do motor elétrico, que impulsiona o veículo. A Fig.1 ilustra o conjunto estator (1), fixo à estrutura de suspensão e chassi do veículo, com apenas dois pólos magnéticos (2), de polaridades magnéticas opostas, o rotor móvel (3) fixado à roda em movimento do veículo, bem como a força eletro magnética (4) resultante do movimento do rotor (3), que induz por

efeito magnético uma corrente elétrica nos enrolamentos do estator (1). Este é o princípio simples que possibilita a geração de energia elétrica a partir do movimento das rodas do veículo, induzindo uma corrente elétrica alternada, com frequência proporcional à velocidade de rotação da roda.

3. Conjunto, gerador de energia elétrica, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a Fig.2 ilustra o conjunto estator de 12 polos (1), utilizado no gerador objeto deste pedido de patente, trifásico com seus quatro conjuntos de enrolamentos defasados eletro-magneticamente em 120° entre si, na sequência ACB-ACB-ACB-ACB, cada conjunto A, B e C com seus respectivos pólos magnéticos norte (N) e sul (S) em contraposição mecânica. O conjunto rotor (3) é apresentado ao centro na Fig. 2 também com seus quatro enrolamentos N-S. O numero de pólos magnéticos tanto do estator, como do rotor, pode variar de projeto a projeto, dependendo das características desejadas, não sendo este um fator limitante do presente pedido de patente de invenção.

4. Conjunto gerador de energia elétrica, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato ilustrado na Fig. 2, com três bobinas idênticas (A, C, B), dispostas mecanicamente à 120° uma da outra. De acordo com o princípio da indução, à medida que o rotor (3) gira são geradas três correntes alternadas de mesma frequência e magnitude, porém defasadas em 120° elétricos no estator (1). Estas três correntes são chamadas de corrente alternada trifásica. Normalmente, um gerador precisaria de seis fios para conduzir a corrente induzida nas três bobinas. No entanto, é possível reduzirmos o número de conexões para três,

ligando as bobinas entre si. Há duas formas possíveis de se fazer esta ligação: em triângulo ou em estrela. Os pólos do magneto, que é atravessado pela corrente de excitação, ficam na parte móvel do equipamento ou rotor (3). Esta corrente de excitação é uma corrente
5 contínua, pulsante, que gera um campo magnético na armadura do rotor (3), que por sua vez, induz uma corrente alternada trifásica no estator (1).

5. Conjunto gerador de energia elétrica, de acordo com a reivindicação 1, 2, 3 ou 4, caracterizado na Fig.3 que ilustra a
10 corrente alternada trifásica (3), gerada pelo gerador de energia elétrica objeto do presente pedido de patente de invenção, que tem a desvantagem de não poder ser armazenada na bateria, e também não é adequada para alimentar os componentes elétricos e eletrônicos do veículo, bem como seu motor elétrico. Para realizar
15 esta alimentação é necessário, primeiramente, retificar a corrente. Esta retificação é feita através dos diodos semicondutores apresentados na Fig. 3 (1) em ligação triângulo ou estrela, com circuito elétrico equivalente (2). O diodo retificador permite que a corrente circule somente em um sentido (no sentido da seta do
20 símbolo do diodo), ou seja, ele só permite a passagem das "meias ondas" positivas como ilustrado na Fig.3 (4), cujo resultado é uma corrente contínua pulsante. Na retificação de sistemas trifásicos, este método é aplicado em cada uma das fases. Para que se possa tirar proveito de todas as "meias ondas", incluindo as negativas, é
25 necessário utilizar dois diodos por fase: um diodo no lado positivo e outro, no lado negativo como ilustrado na Fig. 3 (2). Este circuito, chamado de ponte, provê a retificação de onda completa. O resultado da retificação é a soma das amplitudes positiva e negativa da corrente trifásica (4). Esta soma gera uma corrente contínua (5),

com um certo fator de ruído "ripple". Essas flutuações na corrente podem ser suavizadas pela bateria e pelos capacitores que ficam ligados em paralelo com o gerador. A corrente de excitação, que tem como tarefa magnetizar os pólos da armadura do rotor, vem do

5 circuito trifásico e também passa por uma retificação de onda completa antes de alimentar a armadura. Esta retificação é realizada com o auxílio dos diodos de excitação. Os diodos retificadores do gerador não apenas retificam a corrente de excitação e a corrente que alimenta os componentes elétricos e eletrônicos do veículo, mas

10 também impedem que a bateria descarregue através das três bobinas do estator. Há três circuitos internos no gerador:

- Circuito de pré-excitação;
- Circuito de excitação (auto-excitação), e
- Circuito regulador de tensão.

15 6. Conjunto gerador de energia elétrica de acordo com a reivindicação 1, 2, 3, 4 ou 5, caracterizado por um CIRCUITO DE PRÉ-EXCITAÇÃO, onde a corrente que vem do banco de baterias pré-excita o alternador. A pré-excitação é necessária, pois nos geradores, o magnetismo residual no núcleo de ferro não é

20 suficiente no instante de partida. Portanto, o gerador não é capaz de gerar um campo magnético suficiente, e conseqüentemente gerar a voltagem necessária. No circuito de excitação há um diodo de excitação e um diodo de potência em série para cada uma das fases. Portanto, a auto-excitação só começa depois que o gerador

25 consegue gerar uma voltagem maior que, pelo menos, a queda de tensão nos dois diodos ($2 \times 0,7 \text{ V} = 1,4 \text{ V}$). Quando a roda do veículo elétrico começa a girar, a corrente que flui deve ser grande o bastante para gerar um campo magnético capaz de iniciar o processo de auto-excitação.

7. Conjunto gerador de energia elétrica, de acordo com a reivindicação 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caracterizado por um CIRCUITO DE EXCITAÇÃO, cuja função é produzir um campo magnético no rotor e, desta forma, induzir a voltagem necessária nas três bobinas do estator, durante todo o tempo de operação. Parte da corrente do estator flui para a bateria e as cargas, e outra parte, para o regulador e rotor. Quando o circuito de excitação começa a entrar em funcionamento (quando a lâmpada de advertência apaga), a tensão gerada no estator ainda é muito pequena para alimentar as cargas, portanto o fluxo de corrente acontece apenas no circuito de auto-excitação. O rotor é alimentado pelo estator, e passa a induzir uma tensão maior que a anterior. Este ciclo se repete, até que a tensão induzida no estator seja suficiente para colocar os diodos do circuito principal em condução, e alimentar as baterias e as demais cargas presentes no veículo. Neste ponto, o regulador impede que a tensão gerada continue aumentando.

8. Conjunto gerador de energia elétrica de acordo com a reivindicação 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7, caracterizado por um CIRCUITO REGULADOR DE TENSÃO, montado também internamente à carcaça do gerador, cuja função é manter constante a tensão gerada para todos os campos de velocidades de operação do veículo, refletida em suas rodas. A regulação automática de voltagem não é uma tarefa simples, pois o motor do veículo muda constantemente de rotação. Além disso, muitos dos dispositivos elétricos e eletrônicos do veículo ficam ligados por um breve período de tempo, ou são acionados manualmente. Portanto, a carga que o gerador deve alimentar não é constante. Quando o motor está em alta rotação e há poucas cargas a serem alimentadas, deve-se

garantir que a tensão seja limitada até um valor preestabelecido, normalmente o valor do "Tricker Point" do banco de baterias. Dessa forma, protege-se os dispositivos contra sobrecargas. Além disso, deve-se levar em conta que as propriedades eletroquímicas das baterias variam com a temperatura. Portanto, o circuito regulador gera uma tensão maior nos dias frios.

9. Conjunto gerador de energia elétrica, de acordo com a reivindicação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou 8, caracterizado pela tensão gerada pelo gerador que aumenta tanto com a sua rotação, quanto com a força do campo magnético, devido à corrente de excitação. Se um gerador fosse posto a operar sob máxima corrente de excitação, sem cargas conectadas, a tensão cresceria linearmente com velocidade de rotação do seu eixo. O princípio da regulação de tensão é baseado na regulação da corrente de excitação, que por sua vez, regula o campo magnético do rotor. O regulador entra em funcionamento quando a tensão gerada ultrapassa o valor pré-estabelecido. Ele interrompe a corrente de excitação, fazendo com que o campo magnético do rotor diminua. Quando a tensão cai abaixo do valor pré-estabelecido, a excitação do gerador é acionada novamente e o ciclo se repete, isto ocorre muito rápido (em milissegundos). Apesar desse chaveamento que é feito sobre a corrente, ela não cai ou se eleva abruptamente. Isso se deve ao fato de que o enrolamento presente no rotor é uma grande carga indutiva. Portanto, o seu campo magnético gera uma força contra-eletromotriz quando a corrente tende a variar, suavizando a variação da corrente. Os reguladores do gerador têm a função de controlar apenas a tensão. Isto se deve ao fato de que a função do relé de corte é exercida pelos diodos, e a limitação da corrente é desnecessária, pois a partir de uma determinada rotação a corrente

atinge um valor máximo, por isso se diz que os geradores são autolimitantes.

10. Conjunto gerador de energia elétrica, de acordo com a reivindicação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ou 9, caracterizado pelas PRINCIPAIS PARTES DO SISTEMA, onde a Fig. 5 ilustra um veículo elétrico com os geradores, objeto da presente patente de invenção, posicionados em todas as quatro rodas do veículo (1), o banco de baterias (2), o motor elétrico (4) e a central de controle (3), ou controlador, que é o circuito microprocessado responsável pelo equilíbrio na distribuição de cargas dos geradores para o motor elétrico, para o banco de baterias e para todos os demais circuitos consumidores de energia elétrica do veículo, controlador este que faz parte integrante do presente pedido de patente de invenção. Ainda, apenas para facilitar a compreensão, o anexo apresenta a foto do conjunto gerador de energia elétrica completo, montado dentro da roda do veículo, em corte, bem como fora da roda.

Fig. 1 - Princípio de Funcionamento do Gerador

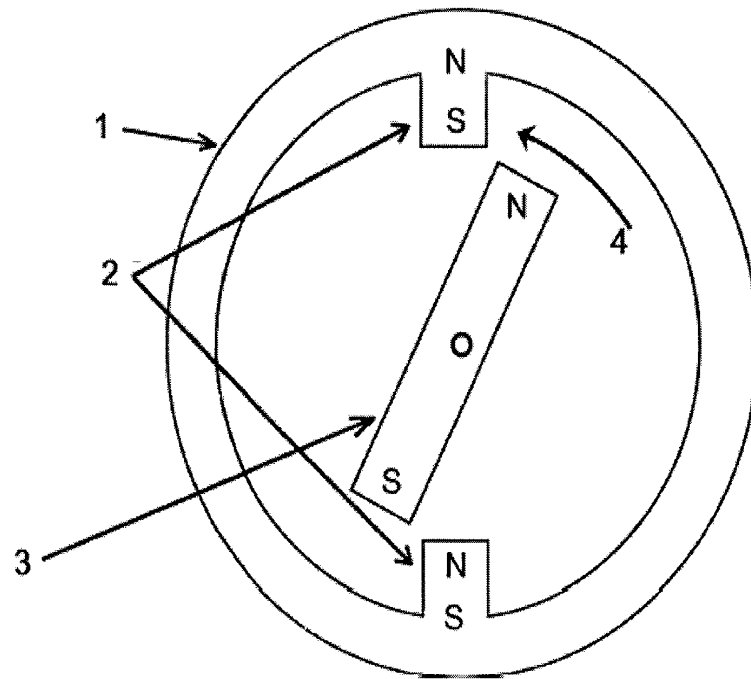


Fig. 2 - Diagrama Esquemático do Gerador Trifásico

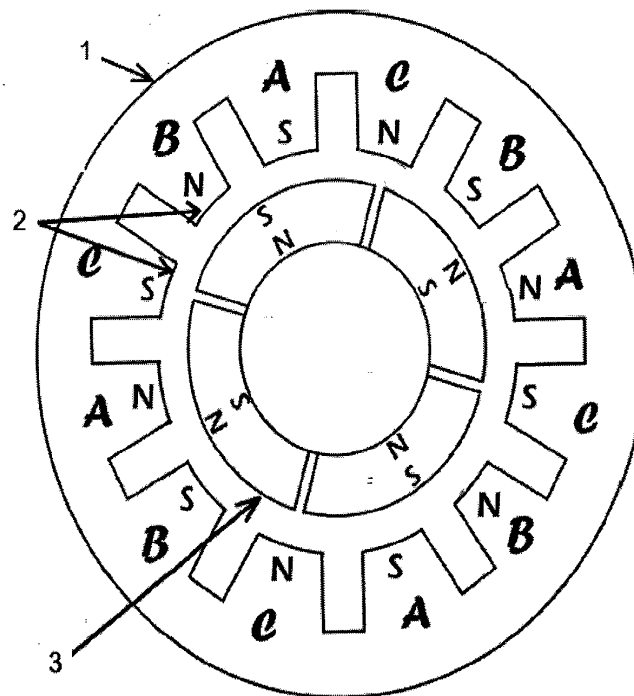


Fig. 3 - Enrolamentos do Estator e Formas de Onda do Gerador Trifásico

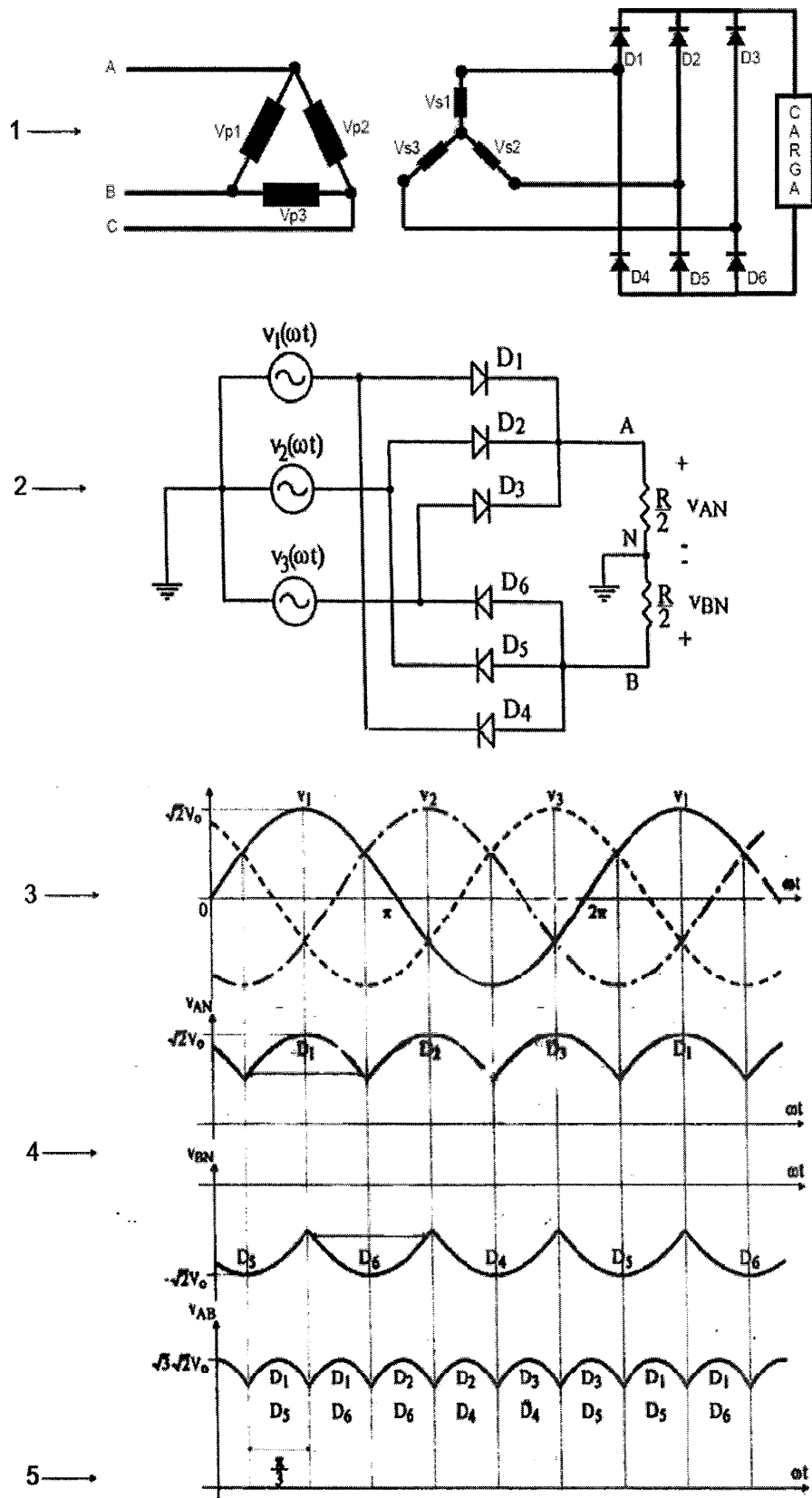


Fig. 4 - Partes Básicas do Gerador

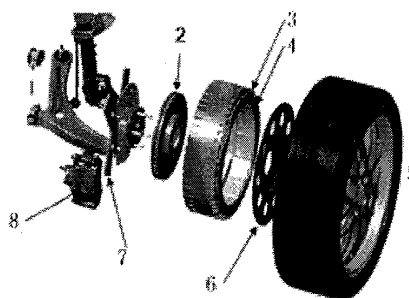
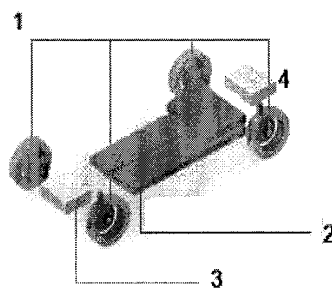
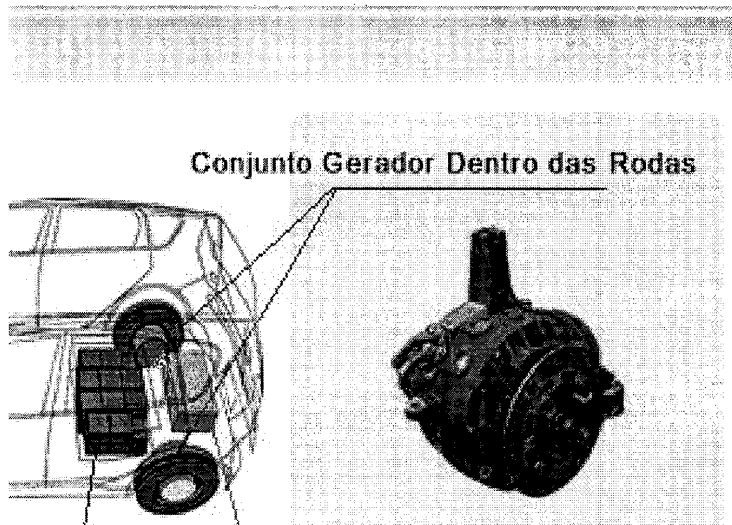
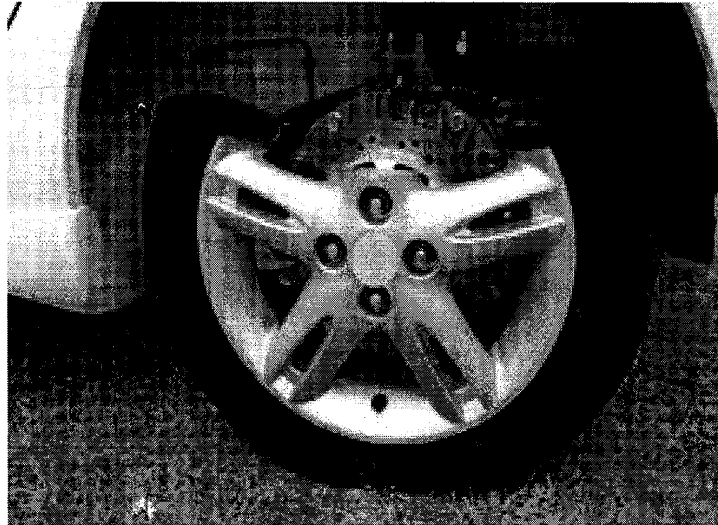


Fig. 5 - Veículo Elétrico com Geradores nas Rodas



ANEXO



RESUMO

Patente de Invenção: **“CONJUNTO, GERADOR DE ENERGIA ELÉTRICA EMBUTIDO NA(S) RÔDA(S) DE VEÍCULOS ELÉTRICOS PUROS, HÍBRIDOS, MOVIDOS A CÉLULA COMBUSTÍVEL DE HIDROGÊNIO, OU QUAISQUER OUTRAS TECNOLOGIAS AUTOMOTIVAS QUE UTILIZEM UM MOTOR ELÉTRICO COMO MEIO DE PROPULSÃO, GERADOR ESTE QUE PROPORCIONA AUMENTO SUBSTANCIAL DA AUTONOMIA DE RODAGEM DO VEÍCULO ELÉTRICO”**

A presente patente de invenção diz respeito a um conjunto gerador de energia elétrica, simples e de baixo custo, instalado dentro de uma ou mais rodas de qualquer tipo de veículo elétrico automotivo, como automóveis, vans, utilitários, ônibus, caminhões, e outros, quer sejam veículos elétricos puros com emissão zero de poluentes, veículos elétricos híbridos, ou de quaisquer outras tecnologias que utilizem motores elétricos como meio de propulsão em sua concepção, o qual pode ser instalado em qualquer oficina mecânica e/ou auto-elétrica, ou já sair instalado de fábrica nos veículos elétricos novos (OKM), que requer pouca, ou nenhuma, manutenção em seu funcionamento posterior.