



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

(21) PI 1102954-4 A2



(22) Data de Depósito: 24/06/2011

(43) Data da Publicação: 28/07/2015
(RPI 2325)

(54) **Título:** MOTOR ELÉTRICO DE CORRENTE ALTERNADA DE UM DISPOSITIVO ELÉTRICO COMBINADO E DISPOSITIVO ELÉTRICO COMBINADO PARA ENERGIZAÇÃO E CARREGAMENTO

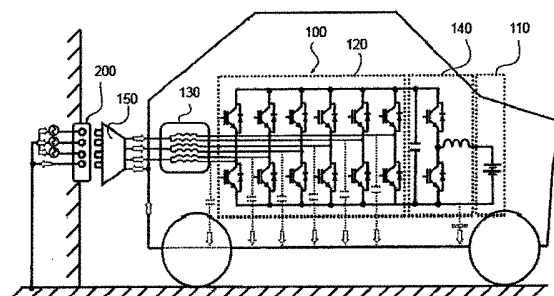
(51) **Int.Cl.:** H02K3/46; H02K3/28; B60K6/26; H02J7/02; H02J7/14

(30) **Prioridade Unionista:** 25/06/2010 US 1055084

(73) **Titular(es):** Valeo Systemes de Controle Moteur

(72) **Inventor(es):** Boris Bouchez, Luis de Sousa

(57) **Resumo:** MOTOR ELÉTRICO DE CORRENTE ALTERNADA DE UM DISPOSITIVO ELÉTRICO COMBINADO E DISPOSITIVO ELÉTRICO COMBINADO PARA ENERGIZAÇÃO E CARREGAMENTO A presente invenção se refere a um motor elétrico de corrente alternada de um dispositivo elétrico combinado para energização e carregamento, o motor elétrico sendo formado por um estator conectado a uma rede de eletricidade da qual o número de fases é menor do que o número de fases do referido motor, a referida corrente de carregamento da referida rede sendo injetada via um ponto de conexão, dividindo cada fase do referido estator conectado a uma fase da referida rede em dois semi-enrolamentos, o referido motor sendo caracterizado pelo fato de cada semi-enrolamento de uma fase compreende uma pluralidade de bobinas com fios juntos, de modo a reduzir a ligação magnética de cada semi-enrolamento no referido ponto de conexão no modo de carregamento do referido dispositivo.



“MOTOR ELÉTRICO DE CORRENTE ALTERNADA DE UM DISPOSITIVO ELÉTRICO COMBINADO E DISPOSITIVO ELÉTRICO COMBINADO PARA ENERGIZAÇÃO E CARREGAMENTO”

A presente invenção se refere a um motor elétrico de corrente
5 alternada de um dispositivo elétrico combinado para energização e carregamento, tornando possível alimentar um motor elétrico ou um alternador através de baterias recarregáveis.

A invenção, vantajosamente, encontrará uma aplicação no campo de veículos motorizados elétricos ou híbridos em que as baterias
10 podem acionar o motor via um inversor e serem recarregadas, quando o veículo motorizado é parado por meio de uma rede de eletricidade de corrente alternada.

Contudo, embora particularmente pretendido para essa aplicação, o dispositivo elétrico de acordo com a invenção pode ser usado em
15 outros campos e notavelmente em dispositivos de geração de energia do vento ou do tipo hidráulico.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Convencionalmente, um veículo elétrico ou híbrido compreende um sistema de tração por baterias recarregáveis de alta tensão
20 distribuindo uma corrente contínua pra um inversor que transforma essa corrente contínua em uma corrente alternada, tornando possível acionar um motor elétrico do tipo máquina elétrica giratória este último colocando veículo em movimento.

A fim de recarregar essas baterias de alta tensão, é prática
25 conhecida adaptar o veículo com um dispositivo de carregamento na placa, compreendendo, essencialmente, um conversor de corrente alternada - corrente contínua tornando possível retificar a energia de corrente alternada da rede de eletricidade doméstica em energia de corrente contínua para carregar as baterias.

Usualmente, o dispositivo de carregamento também pode compreender um corretor de fator de energia, o papel do qual é limitar a rejeição harmônica na rede de eletricidade.

Os componentes eletrônicos do sistema de energização, por um lado, e do sistema de carregamento, por outro lado, são caros. Além disso, a energização do motor e o carregamento das baterias ocorrem em fases diferentes, assim, tem sido proposto, nos pedidos EP 0 603 778 e WO 97/08009, reutilizar uma porção do motor e dos componentes usados para acioná-los a fim de produzir o dispositivo para carregamento de baterias.

Em consequência, o dispositivo para carregamento das baterias usa o inversor a fim de formar um conversor de corrente alternada - corrente contínua e as bobinas do motor para formar as indutâncias . A transição do modo de acionamento do motor para o modo de carregamento de bateria é assegurada pelo meio de comutação com contadores de energia através da desconexão do neutro.

O uso dos conectores de energia, porém, é problemático porque, assegurando a passagem das correntes da máquina elétrica, eles devem ser sobredimensionados. A fim de aliviar essa desvantagem, uma solução consiste na produção de uma estrutura tendo meio de comutação incorporado com pontes em H.

Contudo, nos dois casos mencionados acima, o uso das fases do motor como uma indutância a fim de retificar a corrente da rede de eletricidade causa rupturas no rotor do motor. Especificamente, as indutâncias são magnetizadas pelas correntes alternadas da rede de eletricidade, assim, criando campos magnéticos. Esses campos magnéticos atuam no rotor que pode iniciar o movimento, por exemplo, através de vibração e das características do rotor, começar a girar. Essa colocação em movimento possui problemas de conforto e segurança no caso de uso do dispositivo elétrico combinado em um veículo elétrico, ainda que este último possa ser

adaptado com um sistema para desacoplamento do trem da máquina durante carregamento.

Para aliviar essa desvantagem, uma solução consiste na produção de uma compensação estática consistindo na injeção da corrente de carregamento no pelo menos um enrolamento do estator conectado a uma fase da rede através do uso de um ponto de conexão adicional, chamado um ponto mediano.

Um enrolamento do estator, convencionalmente, compreende uma pluralidade de bobinas formadas por uma pluralidade de voltas.

O ponto mediano separa o enrolamento de fase do estator em duas porções, de modo que a corrente de carregamento, injetada via o ponto mediano, é dividida em duas correntes que circulam em direções opostas através de cada semi-enrolamento, cada semi-enrolamentos compreendendo o mesmo número de voltas.

Essa solução de compensação através de injeção de corrente de carregamento nos pontos medianos dos enrolamentos de fase resulta na força magneto-motora sendo cancelada e nas indutâncias dos dois semi-enrolamentos sendo canceladas Tudo o que permanece é a indutância aparente de dispersão muito fraca associada com as imperfeições das bobinas.

Uma indutância do motor fraca demais torna difícil controlar as correntes de carregamento, notavelmente, por causa, de modo considerável, das inversões de corrente na frequência de resfriamento.

OBJETO DA INVENÇÃO

Neste contexto, a presente invenção objetiva proporcionar um motor elétrico de corrente alternada para um dispositivo tornando possível acionar o motor elétrico e recarregar baterias pelo uso de elementos do sistema de energização, quer dizer, elementos do motor e do inversor e de modo que o motor elétrico compreende um enrolamento de estator tornando possível obter uma indutância aparente no ponto mediano que é

suficientemente poderosa para aliviar as desvantagens antes mencionadas, embora não colocando o rotor em movimento no modo de carregamento.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Com essa finalidade, a invenção propõe um motor elétrico de corrente alternada de um dispositivo elétrico para energização e carregamento, o referido motor elétrico sendo formado por um estator conectado a uma rede de eletricidade da qual o número de fases é menor do que o número de fases do referido motor, a referida corrente de carregamento da referida rede sendo injetada via um ponto de conexão dividindo cada fase do referido estator conectado a uma fase da referida rede em dois semi-enrolamentos, o referido motor sendo caracterizado pelo fato de cada semi-enrolamento de uma fase do estator compreender uma pluralidade de bobinas cabeadas de modo a reduzir a ligação magnética de cada semi-enrolamento no referido ponto de conexão de modo que existe uma indutância aparente não zero no referido ponto de conexão no modo de carregamento do referido dispositivo.

Por exemplo, as bobinas de uma fase são distribuídas em ambos os lados do ponto de conexão da fase de modo a reduzir a ligação magnética dos semi-enrolamentos no ponto de conexão.

Em um exemplo particular, as bobinas que são ligadas e mesmo ligadas fortemente, juntas são colocadas em um e no mesmo lado em relação ao ponto de conexão. Em outras palavras, as bobinas que são ligadas e mesmo fortemente ligadas juntas pertencem ao mesmo semi-enrolamento. Além disso, as bobinas que não são ligadas, ou mesmo fracamente ligadas, juntas são colocadas em lados diferentes em relação ao ponto de conexão. Em outras palavras, as bobinas que não são ligadas, ou mesmo fracamente ligadas, juntas pertencem a diferentes semi-enrolamentos.

Por exemplo, cada bobina é distribuída através de diversas aberturas. Duas bobinas de uma fase pertencentes a diferentes semi-

enrolamentos são distribuídas através de aberturas que são posicionadas, respectivamente, em ambos os lados do ponto de conexão.

Por exemplo, cada semi-enrolamento compreende pelo menos duas bobinas enroladas na direção reversa uma em relação à outra, de modo a
5 reduzir a ligação magnética entre os dois semi-enrolamentos de uma fase. Em um exemplo particular, cada semi-enrolamento compreende um número par de bobinas, cada bobina tendo uma bobina correspondente enrolada na direção reversa.

Assim, o modo de enrolamento de acordo com a invenção
10 torna possível obter um alto valor da indutância aparente no modo de carregamento no ponto de conexão, embora não colocando o rotor em movimento no modo de carregamento.

O desacoplamento dos semi-enrolamentos de cada fase do estator, portanto, torna possível aperfeiçoar o carregamento das baterias do
15 dispositivo e o controle da corrente de carregamento.

Especificamente, a indutância aparente durante a carga é aumentada e feita maior do que uma indutância de dispersão das bobinas. Em particular, a indutância aparente corresponde a uma indutância efetiva do motor. Por exemplo, a indutância aparente no ponto de conexão no modo de
20 carregamento está entre 1 mH e 100 mH.

Além das características principais que foram mencionadas na seção acima, o motor elétrico de corrente alternada de acordo com a invenção pode ter uma ou mais características adicionais abaixo, consideradas individualmente ou em todas as combinações tecnicamente possíveis:

- 25
- cada semi-enrolamento é formado por uma pluralidade de n bobinas enroladas em série;
 - cada semi-enrolamento é formado por uma pluralidade $n/2$ de grupos de bobinas cabeadas em série, cada um dos referidos grupos compreendendo uma pluralidade n de bobinas cabeadas em

paralelo;

- cada semi-enrolamento compreende o mesmo número de voltas;
 - cada um dos semi-enrolamentos de uma fase é diametralmente oposto no referido estator de modo a reduzir a ligação magnética entre dois semi-enrolamentos de uma fase.
- 5
- o referido estator compreende espaços de ar em sua periferia tornando possível reduzir a ligação magnética entre os dois semi-enrolamentos de uma fase;
 - o referido motor compreende um rotor compreendendo aberturas e/ou espaços de ar, tornando possível aumentar a relutância entre os dois semi-enrolamentos de cada fase do referido estator.
- 10

Um outro objeto da invenção é um dispositivo elétrico combinado para energização e carregamento compreendendo um motor elétrico de corrente alternada de acordo com a invenção conectado a uma rede de eletricidade, um inversor e meios para acumular energia elétrica.

15

Vantajosamente, o dispositivo elétrico também compreende um conversor de corrente alternada - corrente contínua.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A presente invenção será melhor compreendida com a leitura de uma modalidade exemplificativa detalhada com referência aos desenhos anexos, fornecida como um exemplo não limitativo, entre os quais:

20

- A figura 1 representa, esquematicamente, um dispositivo elétrico combinado para energização e carregamento, compreendendo um motor elétrico de acordo com a invenção, instalado em um veículo motorizado;

25

- A figura 2 representa, esquematicamente, um primeiro modo de enrolamento de um estator de motor trifásico de um motor elétrico de acordo com a invenção;

- A figura 3 representa, esquematicamente, uma modalidade

exemplificativa do modo de enrolamento ilustrado na figura 2 em um estator trifásico com dois pares de pólos com enrolamento distribuído através de duas aberturas;

5 - A figura 4 representa, esquematicamente, um segundo modo de enrolamento de um estator de motor trifásico de um motor elétrico de acordo com a invenção;

- A figura 5 representa, esquematicamente, um exemplo de enrolamento de um estator com enrolamento serial - paralelo com quatro pólos de acordo com o segundo modo de enrolamento ilustrado na figura 4;

10 - A figura 6 representa, esquematicamente, um estator cabeado de acordo com o exemplo de enrolamento ilustrado na figura 5;

- A figura 7 representa, esquematicamente, uma segunda modalidade de um estator cabeado de acordo com o exemplo de enrolamento ilustrado na figura 5

15 - A figura 8 representa, esquematicamente, um terceiro modo de enrolamento de um estator de motor trifásico de um motor elétrico de acordo com a invenção;

- A figura 9 representa, esquematicamente, um estator com dois pares de pólos cabeado de acordo com o terceiro modo de cabeamento ilustrado na figura 8, cada semi-enrolamento do qual é independente, magneticamente do segundo;

20 - A figura 10 representa, esquematicamente, um motor elétrico de acordo com a invenção, compreendendo um rotor tendo aberturas e um estator cabeado de acordo com o exemplo de cabeamento ilustrado na figura 5;

- A figura 11 representa, esquematicamente, um enrolamento distribuído, exemplificativo, sem um ponto de conexão;

- A figura 12 representa, esquematicamente, um enrolamento distribuído, exemplificativo, com um ponto de conexão de acordo com a

técnica anterior.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A figura 1 ilustra, de maneira geral, um dispositivo elétrico combinado 100 para carregamento e energização formado por baterias recarregáveis 110, um inversor 120 e um motor elétrico 130, de acordo com a invenção, tornando possível recarregar as baterias recarregáveis 110 de uma rede de eletricidade trifásica 200 no modo de carregamento e alimentar o motor elétrico trifásica, a fim de colocá-lo em rotação no modo de energização.

De modo vantajoso, o inversor tem uma estrutura de ponte em H para cada fase do motor, assim, tornando possível conservar a conexão neutra de cada fase do motor, quando as baterias são carregadas, porém, o inversor pode, de maneira mais convencional ser um inversor feito com pontes trifásicas e meio de comutação do tipo contator de energização a fim de comutar do modo de carregamento as baterias 110 para o modo para energização do motor 130.

O dispositivo 100 também pode compreender um conversor de corrente contínua - corrente contínua 140 entre o inversor 120 e as baterias 110, tornando possível adaptar a tensão da rede de eletricidade de energização 200 às características das baterias 110 e otimizar o tamanho do inversor 120, sem degradar o desempenho do dispositivo 100.

Finalmente, o dispositivo 100 também compreende meio de conexão 150 para conectar o dispositivo 100 à rede de eletricidade 200, quando as baterias precisam ser carregadas.

No resto do pedido, ênfase será colocada, mais particularmente, no motor elétrico 130 do tipo corrente alternada, formado por um rotor e um estator e no método de enrolamento do estator do motor de corrente alternada 130. O rotor do motor pode ser, sem distinção, um rotor de ímã permanente, um rotor de bobina ou mesmo uma gaiola de esquilo (rotor

em curto-circuito).

Em geral, o estator de um motor elétrico de corrente alternada 130 de um dispositivo combinado 100 para carregamento e energização compreende pelo menos dois enrolamentos que são conectados Às fases da 5 rede de eletricidade, quando o dispositivo 100 está em um modo de carregamento.

No caso de uma rede de carregamento monofásica, o estator 10 compreende enrolamentos bifásicos e , no caso de uma rede de carregamento trifásica, o estator compreende pelo menos enrolamentos trifásicos.

10 Uma vez que motores trifásicos são os motores mais amplamente usados na indústria e nos sistemas de tração de motor - veículo, conforme ilustrado na figura 1, vários modos de enrolamento de um motor trifásico serão descritos, principalmente. Contudo, a invenção não está limitada a um motor trifásico e pode ser aplicada por analogia a um motor 15 polifásico ou a um motor monofásico.

A figura 2 é um diagrama representando um primeiro princípio de enrolamento de um estator de motor trifásico, cujas três fases são marcadas A, B e C, incorporando pontos de conexão A0, B0, C0 para a injeção da corrente de carregamento e tornando possível dispensar movimentos do rotor 20 no modo de carregamento.

Nesta primeira modalidade, o estator é enrolado de modo que cada fase do estator conectada a uma fase da rede seja formada por uma pluralidade $2n$ de bobinas cabeadas em série. Cada uma das bobinas de cada fase participando na formação dos vários pólos do estator.

25 Os pontos de conexão A0, B0, C0 são posicionados de modo que eles separam cada enrolamento de fase A, B, C em dois semi-enrolamentos, compreendendo, respectivamente, dois pontos de conexão a-a', b-b', c-c', vantajosamente, conectados às derivações do inversor 120, conforme ilustrado na figura 1.

De modo vantajoso, os pontos de conexão A0, B0, C0 são os pontos medianos de cada enrolamento de fase e são posicionados de modo que cada um dos dois grupos de bobinas compreende n bobinas em série e o mesmo número de voltas.

5 Com o primeiro modo de enrolamento, a corrente de carregamento injetada nos pontos medianos AO, BO, CO cria, localmente, forças magnetomotoras no enrolamento as quais se opõem uma à outra.

Além disso, cada semi-enrolamento de uma fase A, B, C compreende uma pluralidade de bobinas cabeadas juntas de modo a reduzir a
10 ligação magnética de cada semi-enrolamento no ponto de conexão AO, BO, CO, de modo que uma indutância aparente não zero existe no ponto mediano no modo de carregamento. Em particular, a indutância aparente é maior do que a indutância de dispersão das bobinas. Por exemplo, as bobinas são cabeadas, conforme ilustrado na figura 3.

15 As indutâncias específicas de cada semi-enrolamento não cancelam uma à outra, o que torna possível se beneficiar nos pontos medianos AO, BO, CO de uma indutância aparente que é não zero no modo de carregamento e que é, portanto, muito maior do que a indutância de dispersão associada com as imperfeições das bobinas.

20 A figura 3 ilustra o modo de enrolamento descrito acima na figura 2 em um estator trifásico com dois pares de pólos com enrolamento distribuído através de duas aberturas. Neste exemplo, cada pólo é formado pela associação de uma bobina de cada fase compreendendo duas voltas. A figura 3 também ilustra como conectar os pontos medianos AO, BO, CO e é
25 distribuída na direção das setas ilustradas na figura 3.

O exemplo na figura 3, de acordo com a invenção será melhor compreendido através de referências às figuras 11 e 12.

A figura 11 mostra um exemplo de um enrolamento distribuído. Um primeiro enrolamento é alimentado através de seus terminais

A10, A11. Um segundo enrolamento é alimentado através de seus terminais A20, A21. Os dois enrolamentos não têm ponto de conexão em comum.

A figura 12 mostra um exemplo de um enrolamento distribuído com um ponto de conexão 0 de acordo com a técnica anterior.

5 Uma corrente de entrada no ponto de conexão O é dividida em uma primeira corrente que circula através de um primeiro semi-enrolamento para um terminal a e uma segunda corrente que circula através de um segundo semi-enrolamento para o terminal a e uma segunda corrente que circula através de um segundo semi-enrolamento para um terminal a'. Observamos que bobinas

10 pertencentes a diferentes semi-enrolamentos são posicionadas no mesmo lado relativo ao ponto de conexão. Essas bobinas são fortemente ligadas, mas pertence a diferentes semi-enrolamentos. Desse modo, o enrolamento exemplificativo na figura 2 não permite a obtenção de uma indutância aparente maior do que uma indutância de dispersão maior do que uma

15 indutância de dispersão das bobinas.

A figura 4 é um diagrama representando um segundo princípio de enrolamento de um estator de um motor trifásico, em que as três fases são marcadas A', B' e C', incorporando pontos medianos AO', BO', CO' para a injeção da corrente de carregamento e tornando possível impedir movimentos

20 do rotor no modo de carregamento.

Nesta segunda modalidade, o enrolamento do estator consiste na conexão de n' grupos de bobinas em série, cada um dos n' grupos de bobinas sendo formados por uma pluralidade n de bobinas cabeadas em paralelo.

25 A vantagem desse enrolamento, chamado enrolamento serial - paralelo, conforme ilustrado, torna possível, inicialmente, produzir um enrolamento com condutores de seção transversal pequena por causa do caracterizado pelo fato de, a corrente é distribuída de maneira equilibrada nas várias derivações em paralelo do enrolamento, o que torna mais fáceis as

operações de enrolamento.

Os pontos de conexão AO', BO', CO" são posicionados de modo que eles separam o enrolamento em dois semi-enrolamentos, compreendendo diversos grupos de n bobina em paralelo. De acordo com uma
5 modalidade vantajosa, os pontos de conexão AO', BO', CO' são pontos medianos dos enrolamentos de fase do estator. Nesse caso, os pontos de conexão AO', BO', CO' são posicionados de modo que os enrolamentos de fase são divididos em dois semi-enrolamentos simétricos, tendo o mesmo número de bobina em ambos os lados e formando o mesmo número de pares
10 de pólos em ambos os lados, quer dizer $(n',n)/2$ pólos. De maneira similar ao modo de enrolamento anterior, os pontos de conexão das extremidades dos enrolamentos de fase a-a', b-b', c-c' são conectados, vantajosamente, às derivações do inversor 120, conforme ilustrado na figura 1.

Além disso, cada semi-enrolamento de uma fase A, B, C
15 compreende uma pluralidade de bobinas cabeadas juntas de modo a reduzir a ligação magnética de cada semi-enrolamento no ponto de conexão AO, BO, CO, de modo que uma indutância aparente não zero existe no ponto mediano no modo de carregamento. Em particular, a indutância aparente é maior do que a indutância de dispersão das bobinas. Por exemplo, as bobinas são
20 cabeadas, conforme ilustrado nas figuras 5, 6, 7, 8 ou 9.

O enrolamento serial - paralelo, conforme ilustrado, assim, torna possível desacoplar, magneticamente, os dois semi-enrolamentos em ambos os lados do ponto mediano. Desse modo, a indutância mútua dos dois semi-enrolamentos é fraca, o que torna possível obter uma alta indutância
25 aparente, que é necessária no ponto mediano para o modo de carregamento.

O desacoplamento dos semi-enrolamentos também pode ser aumentado ou reduzido através da movimentação fisicamente dos dois semi-enrolamentos para longe ou para mais perto do estator, de modo que a relutância do ferro do estator é envolvida no desacoplamento dos dois semi-

enrolamentos.

Com essa finalidade, a figura 5 ilustra um exemplo de fiação de um estator com enrolamento serial - paralelo com oito pólos (isto é, quatro pares de pólos) em que cada semi-enrolamento de um enrolamento de fase é separado diametralmente.

Na figura 5, os pontos que podem ser vistos perto das bobinas definem a direção de enrolamento do enrolamento nas aberturas proporcionadas para essa finalidade no estator.

A figura 6 represente, esquematicamente, um estator 300 cabeado de acordo com o exemplo da figura 5, em que as bobinas do primeiro semi-enrolamento são separadas diametralmente das bobinas do segundo semi-enrolamento.

A referência L1 representa o fluxo mútuo entre duas bobinas A1, A2 separadas por uma quarta volta na direção dos ponteiros do relógio e a referência L2 representa o fluxo mútuo entre duas bobinas diametralmente opostas A1, A3.

A relutância entre as duas bobinas diametralmente opostas A1, A3 é maior do que aquela entre as duas bobinas A1, A2, separadas por uma quarta volta na direção dos ponteiros do relógio. O fluxo mútuo L1, portanto, é maior do que o fluxo mútuo L2. Desse modo, as duas bobinas A1, A2, separadas por um quarto de volta na direção dos ponteiros do relógio. O fluxo mútuo L1, portanto, é maior do que o fluxo mútuo L2. Assim, as duas bobinas A1, A2 separadas por um quarto de volta são fortemente ligadas, considerando, considerando que as duas bobinas diametralmente opostas A1, A3 sejam fracamente ligadas.

Desse modo, na fase A, as bobinas A1, A2 pertencem ao mesmo semi-enrolamento, enquanto as bobinas diametralmente opostas A1, A3 pertencem a diferentes semi-enrolamentos.

Uma distribuição similar das bobinas é aplicada a outras fases

B, C.

De acordo com outra modalidade, o desacoplamento dos dois semi-enrolamentos pode ser aumentado pela adição de espaços de ar no estator 400, conforme ilustrado na figura 7.

5 A figura 7 mostra um exemplo de um motor elétrico de acordo com a invenção, compreendendo um estator cabeado de acordo com o exemplo de fiação ilustrado na figura 5. Os espaços de ar são definidos por espaçadores 170, de preferência, em um material não magnético ou não metálico. O comprimento dos espaçadores 170 determina a largura dos
10 espaços de ar.

Considerando a fase A, os espaços de ar aumentam a relutância entre as bobinas A1 e A3, em relação ao exemplo na figura 6. Desse modo, as bobinas A1 e A3 são, outra vez, mais fracamente acopladas do que no exemplo da figura 6. A ligação magnética de cada semi-
15 enrolamento no ponto de conexão, portanto, é reduzida em relação ao exemplo na figura 6.

Finalmente, o desenho do rotor também pode participar, adicionalmente, no desacoplamento dos dois semi-enrolamentos, notavelmente através das aberturas necessárias para a colocação dos ímãs,
20 através da presença de um espaço de ar ou mesmo através de aberturas intencionalmente adicionadas no rotor, a fim de aumentar a relutância entre os dois semi-enrolamentos do estator.

A figura 10 mostra um exemplo de um motor elétrico de acordo com a invenção, em que o desenho do rotor 600 participa no
25 desacoplamento dos dois semi-enrolamentos de uma fase. O rotor 600 compreende aberturas 610 colocadas em uma direção radial. Em um exemplo particular, as aberturas 610 contêm ímãs.

No exemplo da figura 10, as bobinas são cabeadas como na figura 5. Considerando a fase A, as aberturas 610 aumentam a relutância entre

as bobinas A1 e A3 em relação ao exemplo na figura 6. Desse modo, as bobinas A1 e A3 são ainda mais fracamente acopladas do que no exemplo da figura 6. A ligação magnética de cada semi-enrolamento no ponto de conexão, portanto, é reduzida em relação ao exemplo na figura 6.

5 A figura 8 é um diagrama mostrando um terceiro princípio de enrolamento de um estator de um motor trifásico, em que as três fases são marcadas A", B" e C", incorporando pontos medianos A0", B0", C0" para a injeção da corrente de carregamento e tornando possível dispensar movimentos do rotor no modo de carregamento.

10 Em cada semi-enrolamento, as bobinas têm fluxos que compensam uma relação à outra em virtude do enrolamento de direção reversa das bobinas dentro do semi-enrolamento. Desse modo, o acoplamento de cada semi-enrolamento no ponto de conexão da fase é reduzido, ou mesmo zero.

15 Considerando a fase A, em um semi-enrolamento, as bobinas são enroladas na direção reversa. As bobinas de um semi-enrolamento são deslocadas através de uma e da mesma corrente. Assim, o fluxo da bobina A1 compensa o da bobina A1' e o fluxo da bobina A2 compensa o da bobina A2'. A ligação magnética de cada semi-enrolamento no ponto de conexão AO,
20 portanto, é reduzido, ou mesmo zero.

O enrolamento ilustrado torna possível obter um estator em que as fases são magneticamente independentes, o que torna possível obter uma indutância mútua zero entre as fases.

25 Esse enrolamento requer um estator que compreenda duas vezes mais dentes do que um estator convencional, mas o diâmetro do estator é mantido porque cada dente compreende metade das voltas de um enrolamento convencional.

Esse enrolamento é mostrado em um estator 500 com dois pares de pólos, em que cada semi-enrolamento é independente,

magneticamente, do segundo, com referência à figura 9.

A invenção foi descrita, principalmente, para um motor trifásico, porém, a invenção também pode ser aplicada pela transposição para uma máquina elétrica polifásica.

5 A invenção foi descrita, principalmente, com uma rede de eletricidade doméstica do tipo trifásica; porém, a invenção também pode ser aplicada por transposição a uma rede de eletricidade monofásica.

10 A invenção foi descrita, principalmente, para uma aplicação em um veículo motorizado elétrico; porém, a invenção pode ser usada em outros campos e, notavelmente em dispositivos de geração de energia do vento ou do tipo hidráulica.

As outras vantagens da invenção são, notavelmente, como segue:

- filtragem aperfeiçoada das correntes no modo de carregamento;
- 15 - controle aperfeiçoado dos componentes homopolares no modo de acionamento;
- tolerâncias aperfeiçoadas do motor no caso de uma falha de uma fase do motor.

REIVINDICAÇÕES

1. Motor elétrico de corrente alternada (13) de um dispositivo elétrico combinado (100) para energização e carregamento, o referido motor elétrico (13) sendo formado por um estator (300, 400, 500) conectado a uma rede de eletricidade (200) da qual o número de fases é menor do que o número de fases do referido motor (130), a referida corrente de carregamento da referida rede (200) sendo injetada via um ponto de conexão dividindo cada fase do referido estator conectado a uma fase da referida rede em dois semi-enrolamentos, o referido motor (130) sendo caracterizado pelo fato de cada semi-enrolamento de uma fase compreender uma pluralidade de bobinas com fios juntos, de modo a reduzir a ligação magnética de cada semi-enrolamento no referido ponto de conexão, de modo que existe uma indutância aparente não zero no referido ponto de conexão no modo de carregamento do referido dispositivo (100).

2. Motor elétrico de corrente alternada (130), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de cada semi-enrolamento ser formado por uma pluralidade n de bobinas com fios em série.

3. Motor elétrico de corrente alternada (130), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de cada semi-enrolamento ser formado por uma pluralidade $n'/2$ de grupos de bobinas com fios em série, cada um dos referidos grupos compreendendo uma pluralidade n de bobinas com fios em paralelo.

4. Motor elétrico de corrente alternada (130), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de cada semi-enrolamento compreender o mesmo número de voltas.

5. Motor elétrico de corrente alternada (130), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de cada um dos semi-enrolamentos de uma fase ser diametralmente oposto no referido estator de modo a reduzir a ligação magnética entre dois semi-enrolamentos de uma fase.

6. Motor elétrico de corrente alternada (130), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de o referido estator (400) compreender espaços de ar em sua periferia tornando possível reduzir a ligação magnética entre os dois semi-enrolamentos de uma fase.

5 7. Motor elétrico de corrente alternada (130), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de o referido motor compreender um rotor (600) compreendendo aberturas (610) e/ ou espaços de ar, tornando possível aumentar a relutância entre os dois semi-enrolamentos de cada fase do referido estator.

10 8. Motor elétrico de corrente alternada (130), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de as bobinas de uma fase serem distribuídas em ambos os lados do ponto de conexão da fase de modo a reduzir a ligação magnética dos semi-enrolamentos no ponto de conexão.

15 9. Motor elétrico de corrente alternada (130), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 8, caracterizado pelo fato de cada bobina ser distribuída através de diversas fendas e pelo fato de duas bobinas de uma fase pertencente a diferentes semi-enrolamentos serem distribuídas através de fendas que são que são posicionadas, respectivamente em ambos os lados do ponto de
20 conexão.

10. Motor elétrico de corrente alternada (130), de acordo com uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de cada semi-enrolamento compreender pelo menos duas bobinas enroladas na direção inversa uma em relação à outra de modo a reduzir a ligação magnética entre
25 dois semi-enrolamentos de uma fase.

11. Motor elétrico de corrente alternada (130), de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de cada semi-enrolamento compreender um número par de bobinas, cada bobina tendo uma bobina correspondente enrolada na direção inversa.

12. Motor elétrico de corrente alternada (130), para energização e carregamento, caracterizado pelo fato de compreender:

- motor elétrico de corrente alternada (130) de acordo com uma das reivindicações de 1 a 11, conectado a uma rede de eletricidade (200);

5 - um inversor (120);

- meios para acumular energia elétrica (110).

13. Dispositivo elétrico combinado (100) para energização e carregamento, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de compreender um conversor de corrente contínua (140).

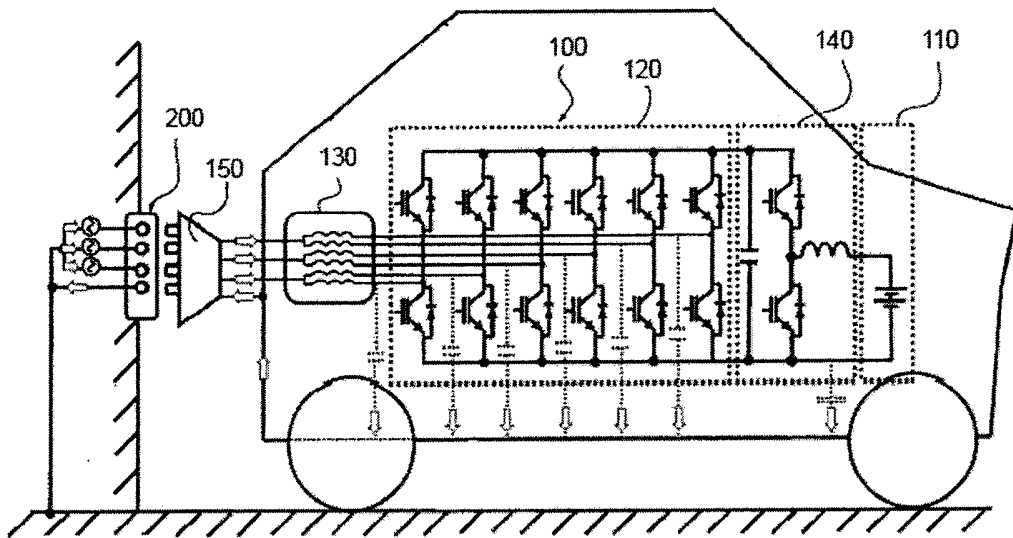


Fig. 1

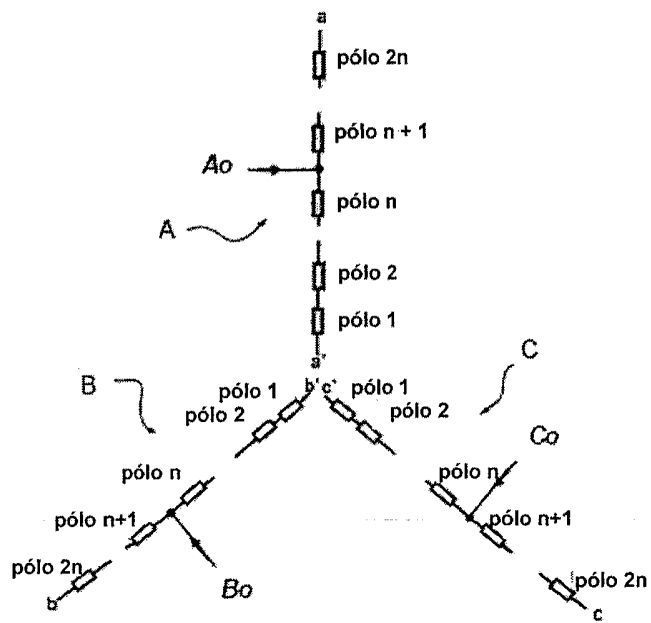


Fig. 2

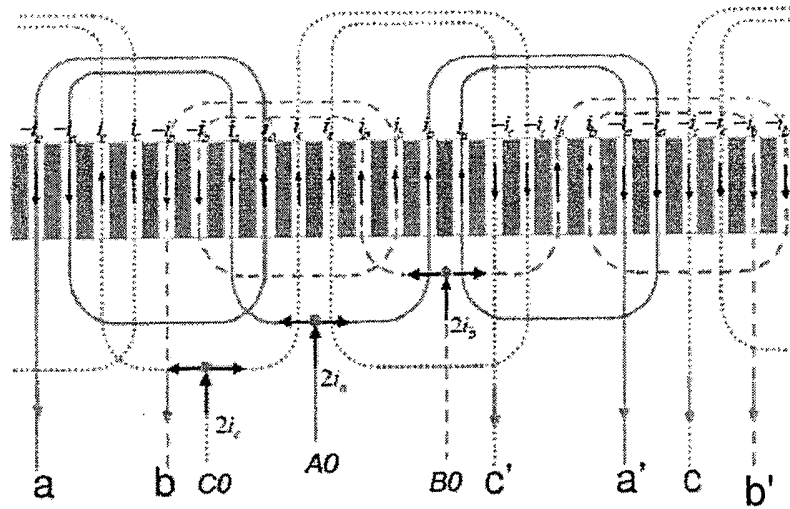


Fig. 3

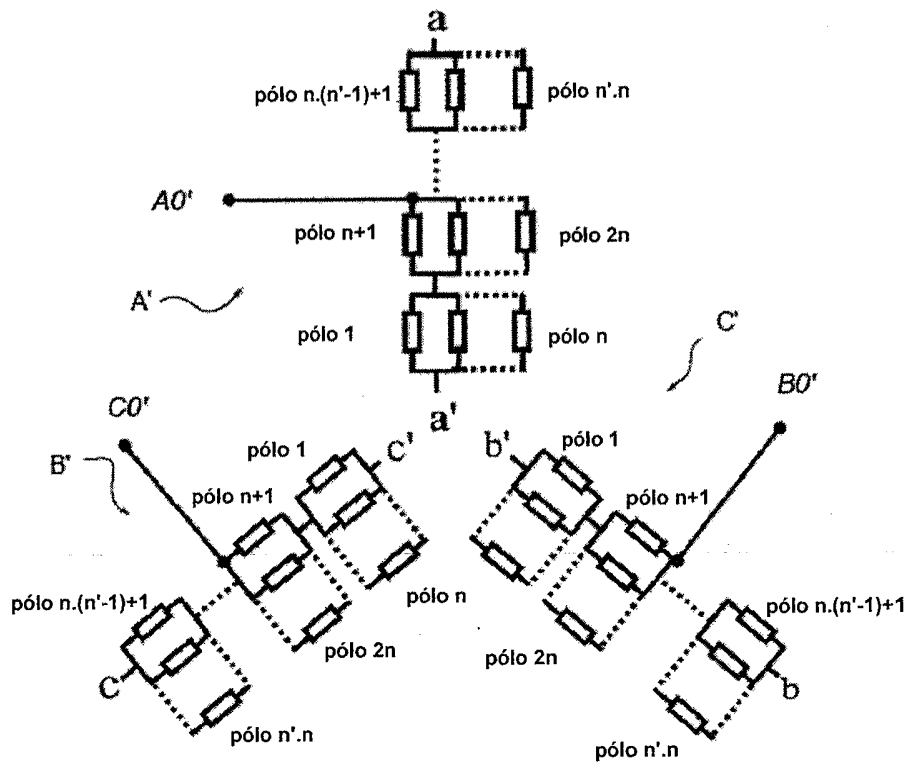


Fig. 4

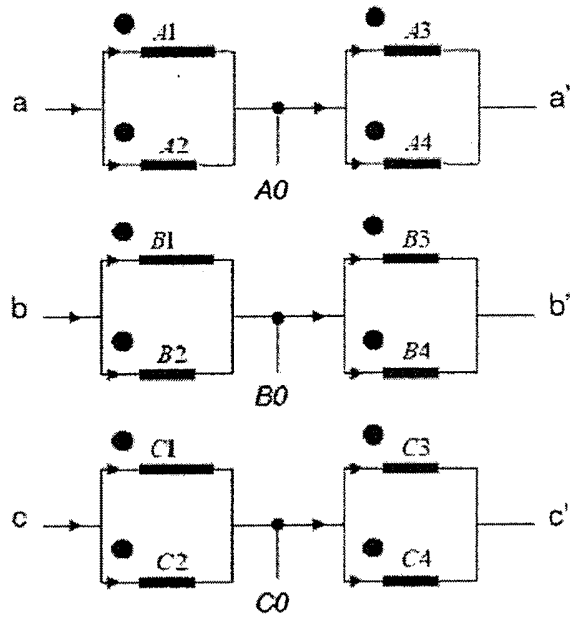


Fig. 5

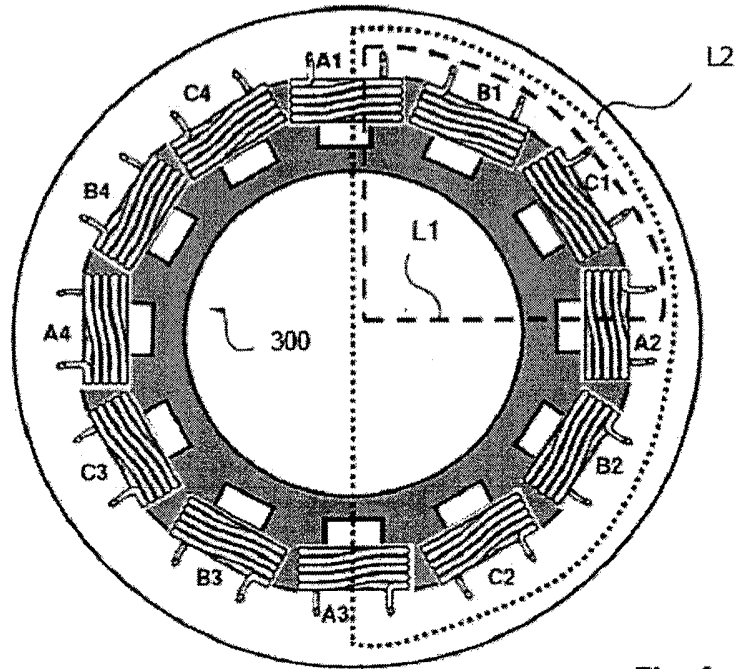


Fig. 6

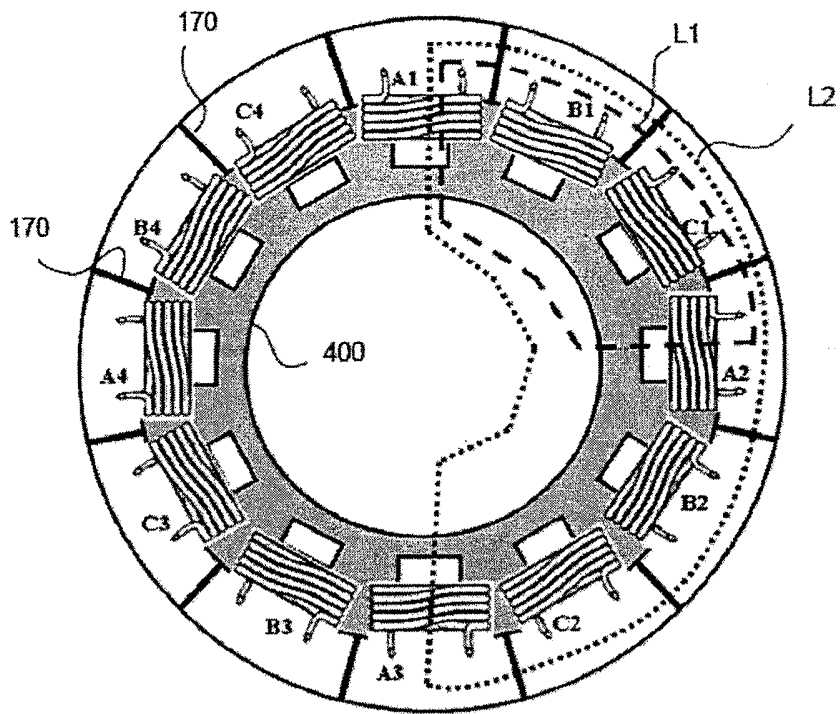


Fig. 7

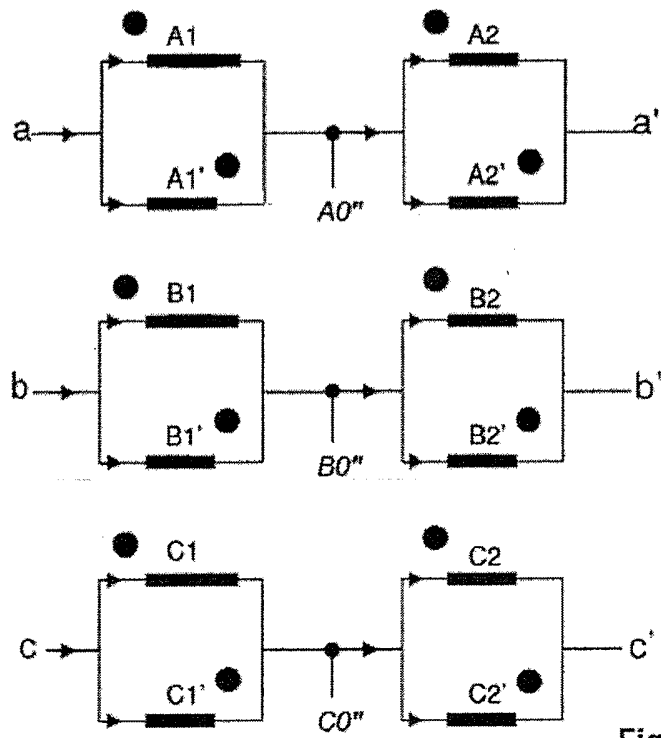


Fig. 8

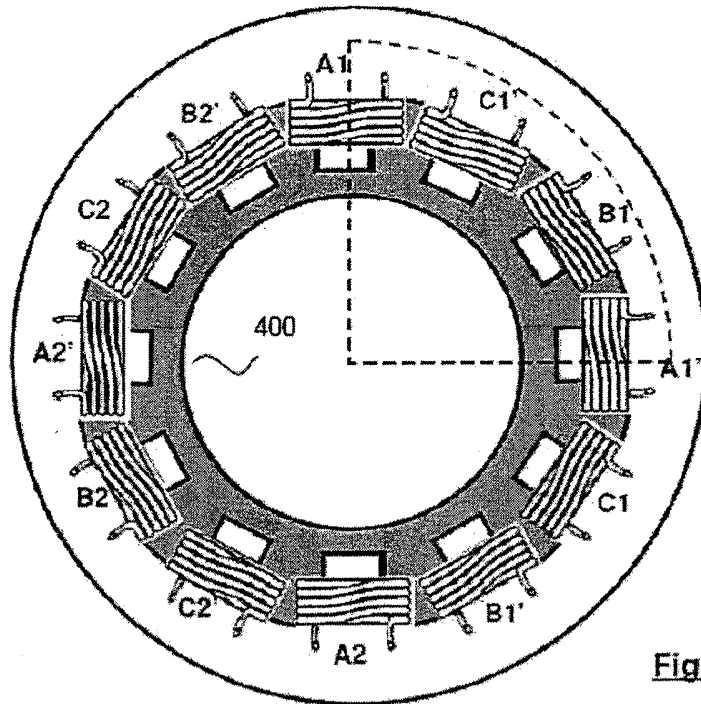


Fig. 9

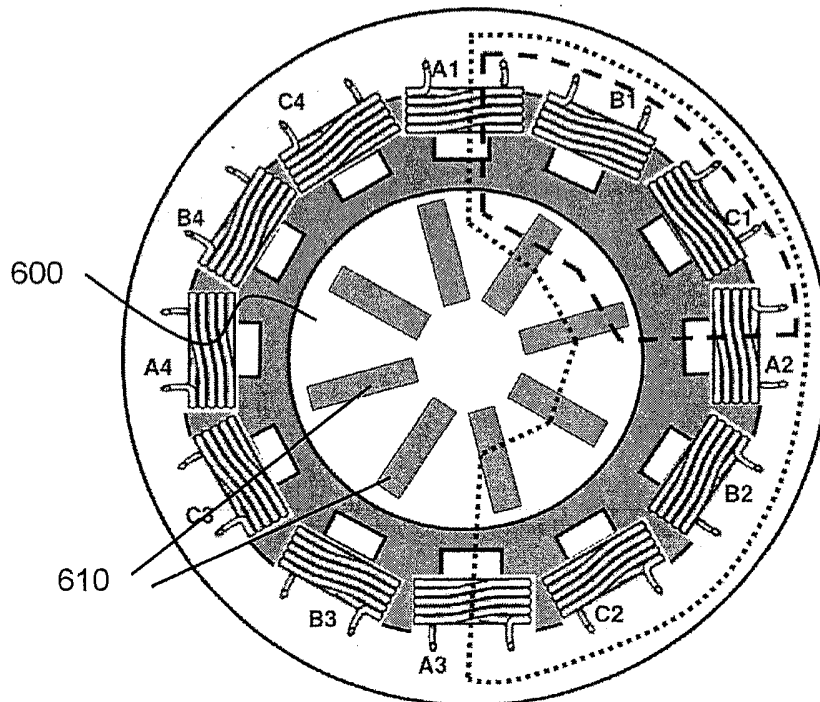


Fig. 10

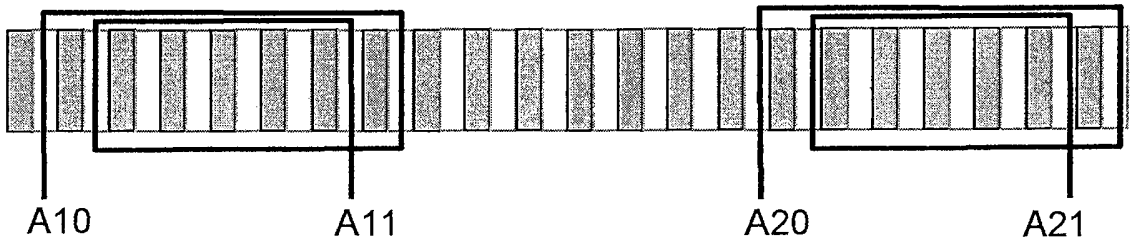


Fig. 11

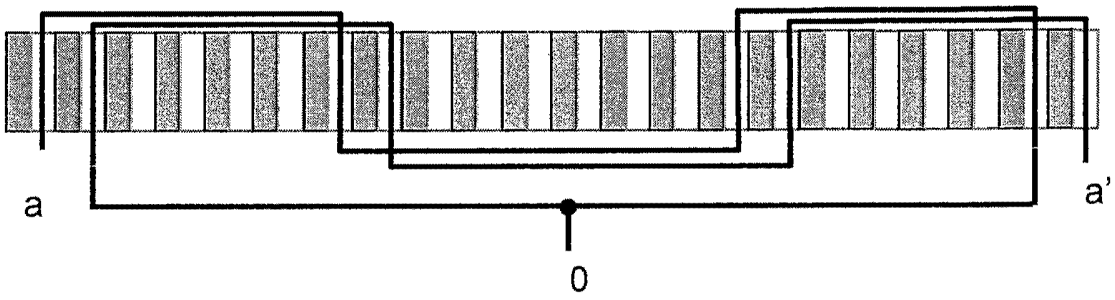


Fig. 12

RESUMO

“MOTOR ELÉTRICO DE CORRENTE ALTERNADA DE UM DISPOSITIVO ELÉTRICO COMBINADO E DISPOSITIVO ELÉTRICO COMBINADO PARA ENERGIZAÇÃO E CARREGAMENTO”

5 A presente invenção se refere a um motor elétrico de corrente alternada de um dispositivo elétrico combinado para energização e carregamento, o motor elétrico sendo formado por um estator conectado a uma rede de eletricidade da qual o número de fases é menor do que o número de fases do referido motor, a referida corrente de carregamento da referida
10 rede sendo injetada via um ponto de conexão, dividindo cada fase do referido estator conectado a uma fase da referida rede em dois semi-enrolamentos, o referido motor sendo caracterizado pelo fato de cada semi-enrolamento de uma fase compreender uma pluralidade de bobinas com fios juntos, de modo a reduzir a ligação magnética de cada semi-enrolamento no referido ponto de
15 conexão no modo de carregamento do referido dispositivo.