



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

(21) **PI 1102301-5 A2**

(22) Data de Depósito: 06/05/2011
(43) Data da Publicação: 06/11/2012
(RPI 2183)



(51) *Int.Cl.:*
F01D 15/12

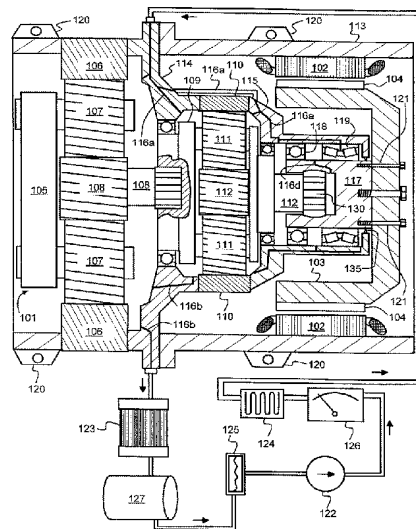
(54) **Título:** UM DISPOSITIVO ELETROMECAÂNICO

(30) **Prioridade Unionista:** 06/05/2010 EP 10162076.3

(73) **Titular(es):** Moventas Wind Oy , The Switch Drive Systems Oy

(72) **Inventor(es):** Liukkonen, Olli , Martikainen, Iikka, Mustalahti, Jorma , Pakarinen, Ville, Tirkkonen, Jorma , Toikkanen, Jari, Vuolle-Apiala, Tuomas

(57) **Resumo:** UM DISPOSITIVO ELETROMECAÂNICO. Um dispositivo eletromecânico que compreende uma estrutura de interface mecânica (101) para conexão a um elemento externo rotativo, uma máquina elétrica (102-104), e um ou mais estágios de engrenagem (105-112) em um trajeto de transmissão de energia mecânica entre a estrutura de interface mecânica e um rotor (103) da máquina elétrica, onde o rotor (103) da máquina elétrica é suportado pela estrutura do estágio engrenagem conectado diretamente ao rotor.



"UM DISPOSITIVO ELETROMECAÂNICO"**Campo da invenção**

A invenção se refere a um dispositivo
5 eletromecânico que é uma combinação de um ou mais estágios
de engrenagens e uma máquina rotativa elétrica. Mais
precisamente, a invenção refere-se a uma construção e
estrutura desse tipo de dispositivo eletromecânico.

10 Antecedentes da invenção

Em muitos sistemas de geração de energia pode ser
vantajoso, do ponto de vista de design e de vários aspectos
de construção, ligar um gerador a um motor primário, por
exemplo, uma turbina eólica, através de uma caixa de
15 engrenagem disposta para converter a velocidade de rotação
do motor primário em uma faixa de velocidade adequada para
o gerador. Correspondentemente, em muitas aplicações em
motores, pode ser vantajoso ligar um motor elétrico a um
atuador através de uma caixa de engrenagens disposta para
20 converter a velocidade de rotação do motor elétrico em uma
faixa de velocidade adequada para o atuador. A caixa de
engrenagem pode incluir um ou mais estágios de engrenagem
ligados em série com a ajuda dos quais pode ser alcançada
uma relação de transmissão desejada. Cada estágio de
25 engrenagem único pode ser, por exemplo, um estágio de
engrenagem planetária ou um estágio de engrenagem
cilíndrica.

Aspectos desafiadores da concepção relacionada a
uma combinação de uma caixa de engrenagem e uma máquina
30 elétrica que pode ser um gerador e/ou um motor são, entre
outros, o tamanho e o peso do conjunto. Além disso, o
equipamento necessário para a lubrificação, arrefecimento e
monitoramento da combinação de caixa de engrenagem e

máquina elétrica pode ser complexo comparado com aqueles de, por exemplo, um sistema sem engrenagens.

Em muitas aplicações especiais, como em turbinas eólicas, por exemplo, o tamanho e o peso da combinação de uma máquina elétrica, tal como um gerador ou um motor elétrico e uma caixa de engrenagens é de uma importância fundamental, pois estas características afetam muitos outros aspectos do projeto diretamente relacionados com esta combinação. Estes incluem, entre outros, a estrutura de suporte para a combinação, bem como o espaço necessário para a combinação.

Portanto, há uma grande demanda por combinações menores e mais leves de uma caixa de engrenagens e uma máquina elétrica.

Também deve ser notado que uma máquina elétrica, no âmbito do presente pedido pode ser um gerador ou um motor elétrico.

Breve descrição da invenção

Na presente invenção o peso e o tamanho do dispositivo eletromecânico compreendendo uma caixa de engrenagens com um ou mais estágios de engrenagem e de uma máquina elétrica, são vantajosamente minimizados com uma construção integrada do dispositivo eletromecânico.

Um dispositivo eletromecânico, de acordo com a presente invenção compreende:

- uma estrutura de interface mecânica para conectar o dispositivo eletromecânico a um elemento externo rotativo,
- uma máquina elétrica, tal como um gerador ou um motor elétrico,
- um ou mais estágios de engrenagens em um caminho de transmissão de energia mecânica entre a estrutura de interface mecânica e um rotor de máquina elétrica, e

- uma estrutura mecânica ligada fixamente a o quadro externo do estágio de engrenagem conectado ao rotor, e em que a estrutura mecânica do rotor está ligada rotativamente.

5 Na solução de acordo com a presente invenção a caixa de engrenagens e a máquina elétrica são integradas em uma única unidade, onde o rotor da máquina elétrica é suportado pela estrutura externa do estágio de engrenagem conectado ao rotor. Desta forma, a carga e as forças
10 criadas pelo peso e rotação do rotor da máquina elétrica são encaminhadas diretamente para a estrutura de suporte do estágio de engrenagem conectado diretamente ao rotor em lugar do quadro da máquina elétrica, tal como em soluções da tecnologia anterior. Em outras palavras, o estágio de
15 engrenagem conectado ao rotor e o rotor constituem em si mesmos uma entidade única de mancal de carga.

 O suporte do rotor pelo quadro externo do estágio de engrenagem conectado diretamente ao rotor significa no contexto da presente invenção uma solução, onde o rotor é
20 carregado por e rotativamente ligado a uma estrutura mecânica, cuja estrutura mecânica é fixamente conectada ao quadro externo do estágio de engrenagem, ou faz parte deste.

 Além disso, em uma modalidade vantajosa da presente
25 invenção, onde o dispositivo eletromecânico compreendendo duas ou mais estágios de engrenagem, a estrutura de suporte do estator da máquina elétrica é fixamente conectada ao quadro externo de um estágio de engrenagem não diretamente ligado ao rotor. Desta forma, as forças de suporte do
30 estator são transferidas para a estrutura de suporte de um outro estágio do caminho de transmissão de energia mecânica, criando assim uma única entidade de mancal de carga.

A solução em conformidade com a presente invenção permite a construção mais compacta e leve de um dispositivo eletromecânico, onde os estágios de engrenagem são pelo menos parcialmente integrados à estrutura da máquina elétrica, e onde as forças de suporte da máquina elétrica são encaminhadas para o quadro dos estágios de engrenagem. Isto permite a transmissão direta destas forças de suporte a partir do dispositivo eletromecânico para as estruturas externas de suporte mecânico.

A presente invenção também torna possível combinar o sistema de lubrificação de um ou mais estágios de engrenagem do caminho de transmissão de energia mecânica com a lubrificação da máquina elétrica. Isto é feito através de vantajosamente combinar os alojamentos de lubrificação do estágio ou estágios de engrenagem com o alojamento de lubrificação da máquina elétrica com canais de lubrificação fornecidos na estrutura mecânica ligada fixamente ao quadro externo do estágio de engrenagem conectado ao rotor, e cuja estrutura mecânica à qual o rotor está ligado rotativamente.

A presente invenção é muito apropriada para turbinas eólicas, que normalmente consistem de dois estágios de engrenagens planetárias e um gerador.

Na parte caracterizante da reivindicação 1 são definidos de forma mais precisa os recursos que são caracterizantes da solução em conformidade com a presente invenção. Outras modalidades vantajosas são divulgadas em reivindicações dependentes.

Breve descrição dos desenhos

As concretizações exemplificativas da invenção e suas vantagens são explicadas em maiores detalhes abaixo, no contexto de exemplo e com referência aos desenhos anexos, em que:

A Figura 1 mostra uma vista seccional esquemática de um dispositivo eletromecânico de acordo com uma modalidade da invenção, e

A Figura 2 mostra uma vista seccional esquemática de um dispositivo eletromecânico de acordo com uma modalidade da invenção.

Descrição da concretização

A Figura 1 mostra uma vista seccional esquemática de um dispositivo eletromecânico de acordo com uma modalidade vantajosa, exemplificativa da invenção. O dispositivo eletromecânico compreende uma estrutura de interface mecânica (101) para conexão a um elemento externo giratório que pode ser, por exemplo, mas não necessariamente, uma turbina eólica. O dispositivo eletromecânico compreende uma máquina elétrica para a conversão de energia mecânica em energia elétrica ou vice-versa. A máquina elétrica compreende um estator laminado (102) que é fornecido com enrolamentos de estator. A máquina elétrica compreende um rotor que inclui uma parte central (117), um quadro (103), e magnetos permanentes (104) montados sobre a superfície externa da moldura. Naturalmente, também é possível que a parte central (117) e do quadro (103) sejam uma peça única e monolítica. O dispositivo eletromecânico compreende um ou mais estágios de engrenagem em um caminho de transmissão de energia entre a estrutura de interface mecânica e o rotor da máquina elétrica. Os estágios de engrenagem estão dispostos para converter a velocidade de rotação de um elemento externo rotativo, por exemplo, uma turbina eólica, em uma faixa de velocidade adequada para a máquina elétrica. O dispositivo eletromecânico compreende estruturas mecânicas (113), (114) e (115) que estão dispostas para suportar os elementos dos estágios de engrenagem e os elementos da máquina elétrica.

As estruturas mecânicas (113), (114) e (115) constituem um alojamento de óleo lubrificante comum para ambos os estágios de engrenagem e da máquina elétrica. No dispositivo eletromecânico, existem canais de óleo (116) para conduzir pelo menos uma parte de óleo lubrificante circulado no dispositivo eletromecânico para fluir através de estágios de engrenagens e pelo menos uma parte do óleo lubrificante para fluir através de mancais (118) e (119) da máquina elétrica. Canais (116b) de óleo são dispostos para remover o óleo lubrificante do próprio dispositivo eletromecânico, de modo a tornar a circulação do óleo lubrificante possível. Os mancais mostrados na Figura 1 são mancais rotativos. Convém, no entanto, observar que qualquer dos mancais pode ser um mancal de deslizamento, bem como, ou qualquer outro tipo de mancais adequado. A forma, como o óleo lubrificante é dividido na parte que flui através dos estágios de engrenagens e na parte que flui através dos mancais da máquina elétrica, depende do arranjo dos canais de óleo. Os canais de óleo podem ser organizados, por exemplo, de tal modo que o óleo lubrificante flui através do primeiro estágio de engrenagem e, em seguida, através dos mancais da máquina elétrica, ou de tal forma que existam rotas fluindo paralelamente para os estágios de engrenagem e para a máquina elétrica, ou pode haver um híbrido destes. O dispositivo eletromecânico acima descrito e ilustrado na Figura 1 é na verdade uma combinação de um ou mais estágios de engrenagem e uma máquina elétrica integrada em uma única unidade, utilizando um sistema de lubrificação comum. Portanto, o sistema de lubrificação pode ser mais simples e mais confiável do que um arranjo tradicional, em que existe uma unidade de caixa de engrenagem distinta e uma unidade de máquina separada elétrica conectadas uma à outra. Além disso, o tamanho e o peso do dispositivo eletromecânico acima descrito podem ser

menores do que o tamanho e o peso das disposições tradicionais acima mencionadas.

No dispositivo eletromecânico de acordo com a modalidade da invenção exemplificativa ilustrada na Figura 1, os estágios de engrenagem consistem em um primeiro estágio de engrenagem planetária de, e um segundo estágio de engrenagem planetária. O primeiro estágio de engrenagem planetária compreende um portador de roda planetária (105), um anel de engrenagens (106), rodas planetárias (107), e um eixo de engrenagem solar (108). O segundo estágio de engrenagem planetária compreende um portador de roda planetária (109), um anel de engrenagens (110), rodas planetárias (111), e um eixo de engrenagem solar (112). O portador de roda planetária (105) do primeiro estágio de engrenagem planetária constitui uma parte da estrutura de interface mecânica (101) disposta para receber a energia mecânica do motor principal. Portanto, o portador de roda planetária (105) do primeiro estágio de engrenagem planetária é girado pelo motor principal. O anel da engrenagem (106) está parado. O eixo de engrenagem solar (108) do primeiro estágio de engrenagem planetária está ligado ao portador de roda planetária (109) do segundo estágio de engrenagem planetária. Portanto, o portador de roda planetária (109) do segundo estágio de engrenagem planetária é girado pela engrenagem de eixo solar (108) do primeiro estágio de engrenagem planetária. O anel de engrenagem (110) é estacionário. O eixo de engrenagem solar (112) do segundo estágio de engrenagem planetária está relacionado com um acoplamento (130) na parte central (117) do rotor da máquina elétrica. O acoplamento (130) é vantajosamente curvado de modo a permitir certo desalinhamento entre os eixos de rotação do eixo de engrenagem solar (112) e na parte central (117) do rotor da máquina elétrica. Assim, o acoplamento (130) pode ser

disposto para remover a carga adicional que seria de outra forma causada pelo desalinhamento possível os mancais (118) e (119). Além disso, o acoplamento (130) permite mudanças no alinhamento durante a operação. A parte central (117) do rotor compreende um canal (116d) de óleo para direcionar 5 óleo lubrificante para o acoplamento (130). Portanto, o rotor da máquina elétrica é girado pelo eixo de engrenagem solar (112) do segundo estágio de engrenagem planetária. Os estágios de engrenagem planetária têm, de preferência, mas 10 não necessariamente, engrenagem solar flutuante (108) e (112) e acoplamentos curvos entre o eixo da engrenagem solar (108) e o portador de roda planetária (109) e o eixo engrenagem solar (112) e (117) da parte central, a fim de proporcionar tolerância contra possíveis desvios mútuos 15 entre as direções dos eixos de rotação da engrenagem solar (108) e (112), e do rotor da máquina elétrica, ou seja, para fornecer tolerância contra possíveis não-idealidades de alinhamento. No dispositivo eletromecânico mostrado na Figura 1, o eixo de engrenagem solar (112) do segundo 20 estágio de engrenagem planetária está flutuando sobre o apoio das rodas planetárias (111) do segundo estágio de engrenagem planetária e no apoio da parte central (117) do rotor da máquina elétrica. O eixo de engrenagem solar (108) do primeiro estágio de engrenagem planetária está flutuando 25 sobre o apoio das rodas planetárias (107) do primeiro estágio de engrenagem planetária e no apoio do portador de roda planetária (109) do segundo estágio de engrenagem planetária. No entanto, também é possível que um ou ambos os eixos de engrenagem solar seja/sejam montado(s) 30 mancalizado (s). Além dos mancais e dos estágios de engrenagem, o sistema de lubrificação lubrifica o acoplamento entre os estágios de engrenagem e a máquina elétrica, ou seja, o acoplamento entre o eixo da engrenagem solar (112) e a parte central (117).

Como pode ser visto na Figura 1, os mancais (118) e (119) da máquina elétrica suportam não apenas o rotor da máquina elétrica, mas também o eixo de engrenagem solar (112) do segundo estágio de engrenagem planetária. O acoplamento (130) é vantajosamente arranjado para transmitir as forças axiais dos estágios de engrenagem, para os mancais (118) e (119) que são comuns aos estágios de engrenagem e à máquina elétrica. Assim, os mancais (118) e (119) são usados para apoiar não só o rotor da máquina elétrica, mas também, pelo menos em parte, o segundo estágio de engrenagem. Portanto, o número de mancais pode ser menor do que em um arranjo tradicional, em que há uma unidade de máquina elétrica separada e uma unidade de caixa de engrenagem distinta que estão ligadas uma à outra. Além disso, o número de passagens seladas para os eixos de rotação é reduzido em comparação com as disposições tradicionais acima mencionadas. Um retentor (135) é disposto para selar o alojamento que constitui o alojamento de óleo lubrificante comum aos estágios de engrenagem e à máquina elétrica.

Um dispositivo eletromecânico de acordo com uma modalidade da invenção compreende elementos de conexão (120) na superfície externa do dispositivo eletromecânico para fixação a uma estrutura mecânica externa. A estrutura mecânica externa pode ser, por exemplo, uma plataforma de montagem de um alojamento de máquina no topo de uma torre de uma instalação de energia eólica. A estrutura mecânica do dispositivo eletromecânico compreende uma primeira estrutura mecânica (113) que apóia o estator (102) da máquina elétrica com relação aos elementos de conexão, uma segunda estrutura mecânica (114) apoiando o anel de engrenagem (110) do segundo estágio de engrenagem planetária com respeito aos elementos de conexão, e uma terceira estrutura mecânica (115) apoiando o rotor da

máquina elétrica com relação ao anel da engrenagem do segundo estágio de engrenagem planetária. Como pode ser observado na Figura 1, a primeira estrutura mecânica (113) é disposta para transmitir as tensões causadas por forças eletromagnéticas que atuam sobre o estator (102) da máquina elétrica para os elementos de conexão (120) de modo que as tensões estão dispostas para desviar das estruturas de apoio mecânico do segundo estágio de engrenagem e do rotor. Portanto, as tensões provocadas pelas forças que atuam sobre o estator, devido, por exemplo, transientes elétricos, são conduzidos diretamente do estator (102) para os elementos de conexão (120) e, assim, as estruturas mecânicas externas.

Na modalidade integrada da Figura 1, o quadro do segundo estágio de engrenagem planetária, que está diretamente conectado ao eixo (117) do rotor (103), é formado por um anel (110) de engrenagem montado fixamente, parte da segunda estrutura mecânica (114) e parte da terceira estrutura mecânica (115). O quadro do primeiro estágio de engrenagem planetária, que nesta concretização está diretamente ligado à estrutura de interface mecânica (101), é formado por um anel de engrenagem (106) montado fixamente, e parte da segunda estrutura mecânica (114).

Na concretização da Figura 1, o anel da engrenagem estacionário (106) faz parte da estrutura do primeiro estágio de engrenagem, e a engrenagem de anel estacionário (110) faz parte da estrutura do segundo estágio de engrenagem. Deve-se notar, que, no contexto da presente invenção os anéis de engrenagem estacionários (106) e (110) podem ser fechados dentro dos quadros dos estágios de engrenagem, ou estes anéis de engrenagem podem ser anéis de engrenagem rotativos pelo que eles devem ser fechados nos quadros. Portanto, os quadros dos estágios de engrenagem, que na concretização da Figura 1 fazem parte da estrutura

mecânica (115) e a estrutura mecânica (114), além de anéis de engrenagem (106) e (110), poderão ser fabricados como entidades únicas. Além disso, os quadros do primeiro e segundo estágio de engrenagem podem vantajosamente ser fabricados em uma única peça, em uma carcaça única, por exemplo. Este tipo de quadro de peça única para ambos os estágios de engrenagens aumenta a resistência estrutural do quadro, e permite uma melhor transmissão de forças de dentro do dispositivo eletromecânico para a armação do dispositivo e de lá para as estruturas mecânicas externas através de elementos de conexão (120), por exemplo. O conjunto da estrutura mecânica (115), compreendendo partes (103) de suporte do rotor da máquina elétrica, é vantajosamente parte do quadro de parte única dos estágios de engrenagem.

Além disso, a estrutura mecânica (113) pode ser integrada como parte integrante da entidade de quadro único dos estágios de engrenagens, em que o quadro de componente único do dispositivo eletromecânico pode ser fabricado em uma única peça. Esse tipo de quadro, no entanto, pode não ser ideal em vista do fabrico, montagem e manutenção do dispositivo eletromecânico.

Durante a operação do dispositivo eletromecânico, o rotor (103) da máquina elétrica é submetido a forças axiais e radiais causados pelas engrenagens dos estágios de engrenagens, bem como a forças axiais e radiais eletromecânicas da máquina elétrica. Na concretização da Figura 1, essas forças axiais e radiais são transferidas através de mancais (118) e (119) para a estrutura mecânica (115), que transmite essas forças para o quadro do estágio de engrenagem diretamente ligado ao centro (117) do rotor. Uma vez que a estrutura mecânica (115) é parte integrante do quadro do estágio de engrenagem, o suporte do rotor (103) não é atuado pela estrutura interna da máquina

elétrica como em soluções de tecnologia anterior, mas pela estrutura do estágio engrenagens diretamente ligada ao rotor, as forças que afetam o rotor podem ser diretamente transferidas para a estrutura externa ou para o quadro do dispositivo eletromecânico, e de lá para a estrutura mecânica externa.

Deve-se também salientar, que a estrutura mecânica (115), que é parte integrante da estrutura do estágio da engrenagem e que suporta o rotor (103) da máquina elétrica, também centraliza o rotor em relação ao portador planetário, o que proporciona a melhor distribuição de carga na engrenagem planetária e minimiza as forças de desalinhamento dos mancais (118) e (119).

As forças que afetam o estator (102) da máquina elétrica consistem principalmente de forças eletromecânicas e forças da gravidade. Ao ligar a estrutura mecânica (113), que suporta o estator, diretamente ao quadro do estágio de engrenagem apropriado, que na concretização da Figura 1 é o primeiro estágio de engrenagem, estas forças podem ser diretamente encaminhadas para o quadro externo do estágio de engrenagem, e de lá para as estruturas mecânicas externas. Neste tipo de solução em conformidade com a presente invenção, a fixação do dispositivo eletromecânico, especialmente no caso das turbinas eólicas, às estruturas mecânicas externas é realizada principalmente por meio do quadro dos estágios de engrenagem, o que torna desnecessárias as estruturas de suporte externas separadas para equipamentos elétricos da máquina e, desta forma diminui consideravelmente a complexidade e o tamanho das estruturas de suporte externas necessárias.

O rotor da máquina elétrica pode ser conectado ao eixo de engrenagem solar (112) do segundo estágio de engrenagem planetária, com um acoplamento de segurança disposto para soltar o acoplamento em resposta a uma

situação em que o torque que age sobre o acoplamento de segurança seja superior a um valor limite pré-determinado. Com este tipo de arranjo é possível proteger os elementos dos estágios de engrenagem, dos picos de torque causados por transientes elétricos que podem ocorrer, por exemplo, durante uma situação de curto-circuito. O acoplamento de segurança pode compreender, por exemplo, pinos de ruptura dispostos para romper em resposta à situação em que o torque que age sobre o acoplamento de segurança excede um valor limite pré-determinado. A Figura 1 mostra um sistema em que existem parafusos (121), que podem ser tão finos ou fracos que estes parafusos são quebrados quando o torque ultrapassa o valor limite pré-determinado. Assim, os parafusos (121) representam os referidos pinos de ruptura. Alternativamente, o acoplamento de segurança pode incluir superfícies de fricção comprimidas, por exemplo, através de molas, umas contra as outras e dispostas para escorregar uma em relação à outra, como uma resposta à situação em que o torque que age sobre o acoplamento de segurança excede o valor limite pré-determinado.

Como pode ser visto na Figura 1, o quadro (103) do rotor tem uma abertura em forma de copo para os estágios de engrenagem. A estrutura mecânica (115) de apoio do rotor da máquina elétrica é arranjada para se estender para o alojamento semi-fechado definido pela abertura em forma de copo e os mancais (118) e (119) da máquina elétrica estão localizados no alojamento semi-fechado definido pela forma de copo. Isso permite que os mancais (118) e (119) sejam localizados próximos ao centro de massa do rotor e também diminui o comprimento axial do dispositivo eletromecânico. Portanto, o comprimento axial do dispositivo eletromecânico mostrado na Figura 1 pode ser menor do que o comprimento axial total de um arranjo tradicional, em que há uma

unidade de máquina elétrica separada e uma unidade de caixa de engrenagem distinta que estão ligadas uma à outra.

Em muitas aplicações, um dispositivo eletromecânico de acordo com uma modalidade da invenção é organizado para funcionar em uma posição inclinada, como ilustrado na Figura 3. O ângulo de inclinação α que é um ângulo entre a direção axial da máquina elétrica e uma linha horizontal pode estar, por exemplo, mas não necessariamente, na faixa 4 a 6 graus. O eixo da engrenagem solar (112) do segundo estágio de engrenagem planetária está relacionado com um acoplamento (130) à parte central (117) do rotor da máquina elétrica. O acoplamento (130) é vantajosamente curvo de modo a permitir certo desalinhamento entre os eixos de rotação do eixo de engrenagem solar (112) e a parte central (117) do rotor da máquina elétrica. Assim, o acoplamento (130) pode ser arranjado para remover a carga adicional que seria de outra forma causada pelo possível desalinhamento dos mancais (118) e (119). Além disso, o acoplamento (130) permite mudanças no alinhamento durante a operação. A parte central (117) do rotor compreende um canal (116d) de óleo para transferência de óleo lubrificante para o acoplamento (130). O acoplamento (130) é vantajosamente arranjado para transmitir forças axiais dos estágios de engrenagem para os mancais (118) e (119) que são comuns aos estágios de engrenagem e à máquina elétrica. A estrutura mecânica (115) dispõe de um canal de retorno de óleo (116c) que é disposto para garantir que o nível superficial do óleo lubrificante dentro da estrutura mecânica (115) não atinja o selo compressor (135) da vedação rotativa de passagem quando o dispositivo eletromecânico está na posição inclinada.

Um dispositivo eletromecânico de acordo com uma modalidade da invenção compreende uma bomba de óleo (122) disposta para fazer circular o óleo lubrificante através dos estágios de engrenagem e através dos rolamentos da

máquina elétrica. O dispositivo eletromecânico pode ainda compreender um tanque de óleo (127).

Um dispositivo eletromecânico de acordo com uma modalidade da invenção compreende um elemento refrigerador de óleo (123) para o arrefecimento do óleo lubrificante que circula através dos estágios de engrenagem e dos rolamentos da máquina elétrica.

Um dispositivo eletromecânico de acordo com uma modalidade da invenção compreende um elemento pré-aquecedor (124) para o aquecimento do óleo lubrificante que circula através dos estágios de engrenagem e através dos rolamentos da máquina elétrica.

Um dispositivo eletromecânico de acordo com uma modalidade da invenção compreende um elemento de filtro (125) para remoção de impurezas do óleo lubrificante.

Um dispositivo eletromecânico de acordo com uma modalidade da invenção compreende um elemento sensor (126) para monitorar o estado do óleo lubrificante. O elemento sensor pode ser sensível, por exemplo, à temperatura do óleo lubrificante, ao grau de pureza do óleo lubrificante e/ou ao conteúdo de água do óleo lubrificante.

As Figuras 1 e 2 ilustram dispositivos eletromecânicos em que há dois estágios de engrenagem. Note-se que o número de estágios de engrenagens não é necessariamente igual a dois nos dispositivos eletromecânicos de acordo com modalidades diferentes da invenção. É possível que, em um dispositivo eletromecânico de acordo com uma certa modalidade da invenção, só haja um estágio de engrenagem, por exemplo, um estágio de engrenagem planetária ou um estágio de engrenagem cilíndrica, ou que haja mais de dois estágios, cada um dos quais podendo ser um estágio de engrenagem planetária ou um estágio de engrenagem cilíndrica. Além disso, a respeito dos estágios de engrenagem planetária, não é necessário que

o portador de roda planetária gire e o anel de engrenagem esteja estacionário, como nas construções exemplificativas ilustradas na Figura 1. Também é possível que o anel de engrenagem seja rotativo. Convém igualmente notar que a
5 presente invenção não se limita ao uso de máquinas elétricas de ímãs permanentes. A máquina elétrica que é integrada com o sistema de engrenagens também pode ser uma máquina elétrica magnetizada eletricamente.

Os exemplos específicos previstos na descrição
10 acima não devem ser interpretados como uma restrição. Portanto, a invenção não se limita apenas às concretizações acima descritas.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo eletromecânico compreendendo:

5 - uma estrutura de interface mecânica (101) para conexão a um elemento externo rotativo,

- uma máquina elétrica (102-104),

10 - um ou mais estágios de engrenagem (105-112) em um trajeto de transmissão de energia mecânica entre a estrutura de interface mecânica e um rotor (103) da máquina elétrica e

- onde o rotor (103) da máquina elétrica é suportado pela estrutura do estágio engrenagem conectado diretamente ao rotor,

15 caracterizado pelo fato de que o dispositivo compreende dois ou mais estágios de engrenagem, e o estator (102) da máquina elétrica é suportado pela estrutura de um estágio de engrenagem não diretamente ligada ao rotor (103).

2. Dispositivo eletromecânico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o quadro do 20 dispositivo compreende estruturas mecânicas (114, 115) e um anel de engrenagem estacionário (110) formando o quadro de um estágio de engrenagem conectado diretamente ao rotor (103).

25 3. Dispositivo eletromecânico de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o suporte do rotor (103) da máquina elétrica é obtido por uma estrutura mecânica (115) que está ligada fixamente ao quadro do estágio de engrenagem conectado ao rotor, e que o rotor está ligado rotativamente à dita estrutura mecânica.

30 4. Dispositivo eletromecânico de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a conexão giratória entre a estrutura mecânica e o rotor da máquina elétrica compreende mancais (118, 119).

5. Dispositivo eletromecânico de acordo com a reivindicação 3 ou 4, caracterizado pelo fato de que a estrutura mecânica (115) compreende canais de óleo lubrificante (116a) para ligar a lubrificação do rotor (103) da máquina elétrica e a lubrificação do estágio de engrenagem conectado diretamente ao rotor.

6. Dispositivo eletromecânico de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que um ou mais estágios de engrenagem consistem em um primeiro estágio de engrenagem planetária (105-108) e um segundo estágio de engrenagem planetária (109-112), um portador de roda planetária (105) do primeiro estágio de engrenagem planetária constituindo uma parte da estrutura de interface mecânica, um eixo de engrenagem solar (108) do primeiro estágio de engrenagem planetária sendo conectado a um portador de roda planetária (109) do segundo estágio de engrenagem planetária, e um eixo de engrenagem solar (112) do segundo estágio de engrenagem planetária sendo conectado ao rotor da máquina elétrica (103, 104, 117).

7. Dispositivo eletromecânico de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o rotor da máquina elétrica é conectado ao eixo de engrenagem solar do segundo estágio de engrenagem planetária, com um acoplamento disposto para perder conexão como uma resposta a uma situação em que o torque que age sobre o acoplamento exceda um valor limite pré-determinado.

8. Dispositivo eletromecânico de acordo com uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o dispositivo eletromecânico é uma turbina eólica.

1 / 2

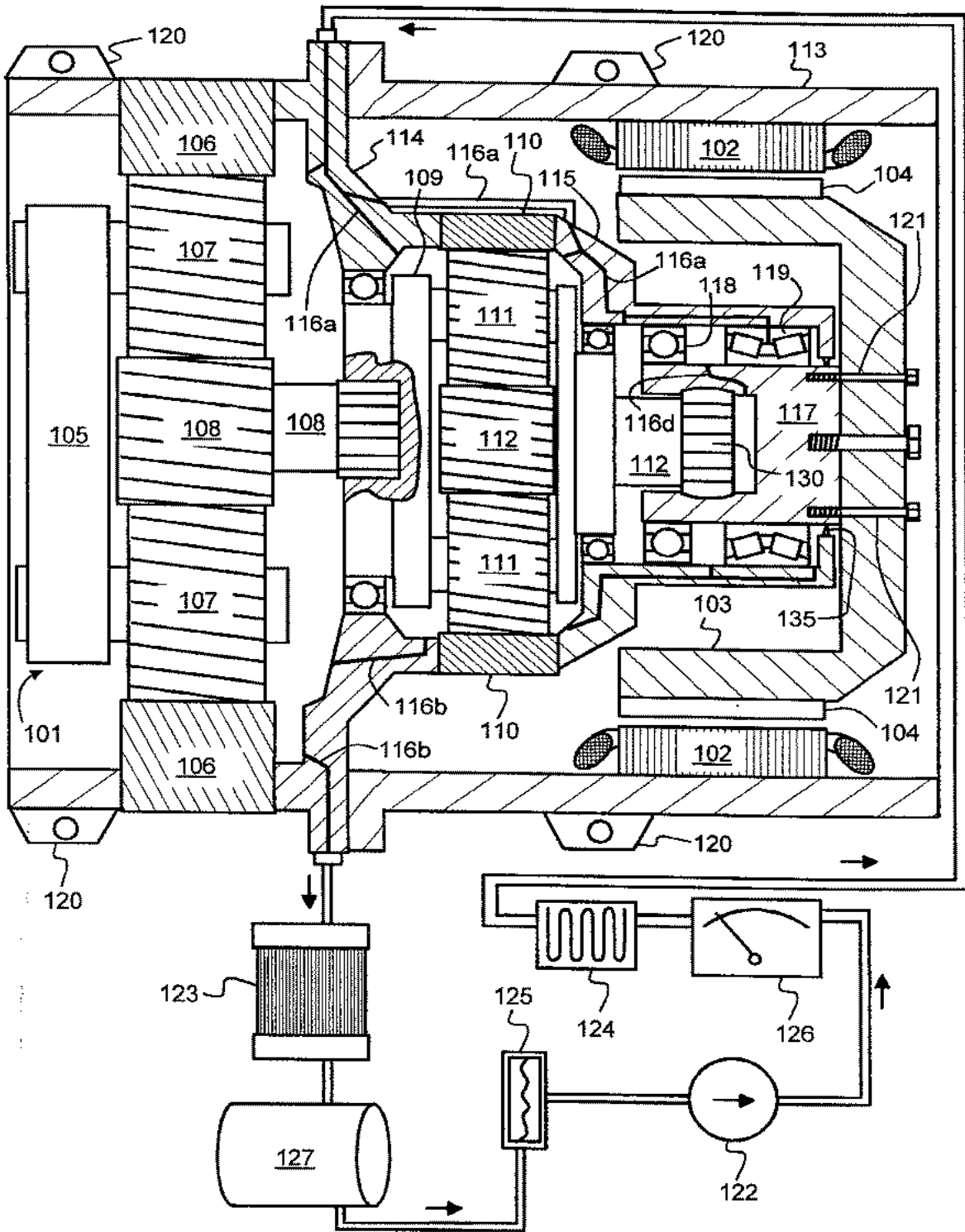


Figura 1

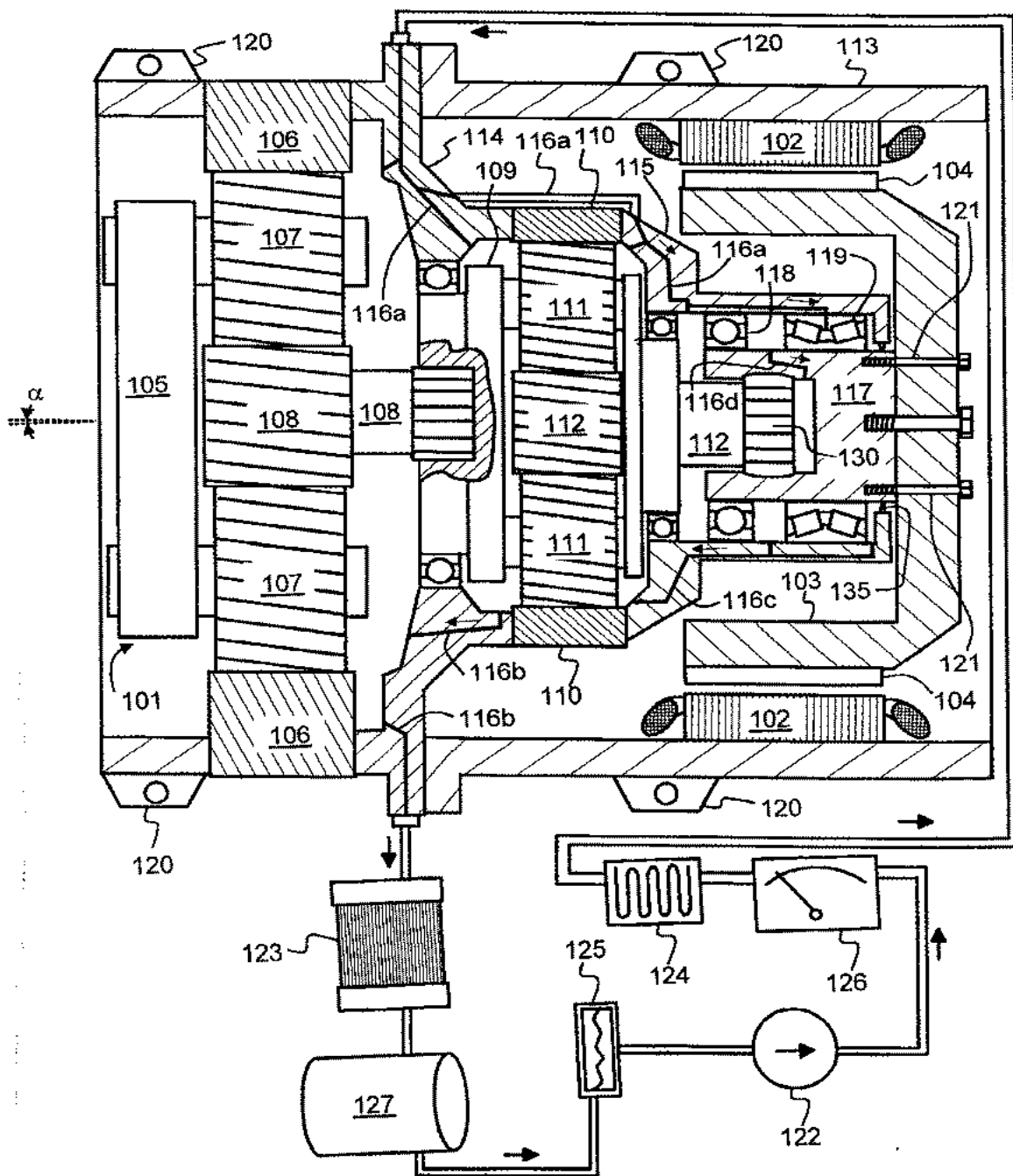


Figure 2

RESUMO**"UM DISPOSITIVO ELETROMECÂNICO"**

Um dispositivo eletromecânico que compreende uma
5 estrutura de interface mecânica (101) para conexão a um
elemento externo rotativo, uma máquina elétrica (102-104),
e um ou mais estágios de engrenagem (105-112) em um trajeto
de transmissão de energia mecânica entre a estrutura de
interface mecânica e um rotor (103) da máquina elétrica,
10 onde o rotor (103) da máquina elétrica é suportado pela
estrutura do estágio engrenagem conectado diretamente ao
rotor.