

(11) Número de Publicação: **PT 1839384 E**

(51) Classificação Internacional:  
**H02K 41/03** (2006.01) **H02K 35/00** (2006.01)

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

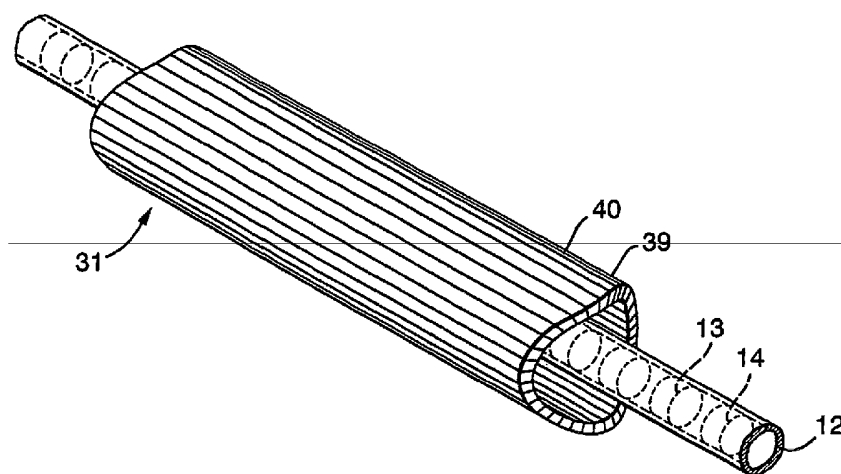
(22) Data de pedido: <b>2006.01.11</b>	(73) Titular(es): <b>TRIDENT ENERGY LIMITED</b> <b>2 STONE BUILDINGS LINCOLN'S INN LONDON</b> <b>WC2A 3TH</b> <b>GB</b>
(30) Prioridade(s): <b>2005.01.11 GB 0500507</b>	
(43) Data de publicação do pedido: <b>2007.10.03</b>	(72) Inventor(es): <b>HUGH-PETER GRANVILLE KELLY</b> <b>GB</b>
(45) Data e BPI da concessão: <b>2008.12.10</b> <b>054/2009</b>	(74) Mandatário: <b>ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA</b> <b>RUA DAS FLORES, Nº 74, 4º AND 1249-235 LISBOA</b> <b>PT</b>

(54) Epígrafe: **APERFEIÇOAMENTOS EM GERADORES ELÉCTRICOS TUBULARES**

(57) Resumo:

RESUMO**"Aperfeiçoamentos em geradores eléctricos tubulares"**

Um gerador linear tubular compreende um conversor alongado (12), que contém uma série de ímanes permanentes (13, 14, ...) e um ou mais enrolamentos anelares (não mostrados) contidos no interior e fixos a uma manga ferromagnética (31). O movimento relativo entre o conversor e a armadura provoca a geração de electricidade nos enrolamentos. A manga tem perfis em termos de permeabilidade em torno da sua circunferência numa ou em ambas as extremidades, como mostrado em (32), a fim de reduzir as forças de travagem magnética entre a manga e os ímanes permanentes ao longo do conversor.



## DESCRIÇÃO

### **"Aperfeiçoamentos em geradores eléctricos tubulares"**

O presente invento refere-se a aperfeiçoamentos na actuação de geradores eléctricos lineares tubulares.

Os geradores tubulares, aos quais podem ser aplicadas os aperfeiçoamentos aqui apresentados, são do tipo em que a armadura do gerador contém um ou mais enrolamentos anelares e o conversor contém uma série alongada de pólos magnéticos. Esta última série pode ser formada a partir de um certo número de ímanes permanentes, dispostos numa coluna para passar concentricamente de um lado para o outro através do(s) enrolamento(s) anelar(es). Como as linhas de fluxo que emanam dos pólos magnéticos cortam as curvas dos enrolamentos anelares, é gerada electricidade. Um exemplo de uma estrutura deste tipo, agora com utilização generalizada, é o motor eléctrico linear tubular da patente UK n.º GB 2079068 e equivalentes estrangeiras.

(Deverá ser notado através deste texto que o termo armadura se refere à parte do gerador que contém os seus enrolamentos, e o termo conversor à parte que contém os ímanes permanentes. Electricidade é gerada como consequência do movimento de um em relação à outra. Além disso, como é geralmente conhecido pelo especialista na técnica, um gerador eléctrico de íman permanente do tipo descrito pode funcionar de forma equivalente a um motor eléctrico. Por conseguinte, os termos gerador e motor são considerados permutáveis neste pedido).

Existe um número crescente de aplicações industriais que necessitam da conversão de energia mecânica alternativa em energia eléctrica. Uma é, em particular, a conversão de energia das ondas do mar em electricidade. Um exemplo de um conversor de energia das ondas do mar deste tipo é onde o movimento de um flutuador colocado no mar, é utilizado para provocar o movimento relativo entre a armadura e o conversor de um gerador linear e, deste modo, a conversão de energia das ondas do mar em energia eléctrica.

Será apreciado que, a fim de otimizar a geração de energia para uma dada dimensão e custo de gerador linear, é importante que o gerador seja magneticamente e electricamente tão eficiente quanto possível. A eficiência da conversão de energia é uma consideração particularmente importante para os conversores de energia das ondas, sendo essencial que seja gerada electricidade suficiente para garantir um retorno adequado do investimento do capital inicial. Uma contribuição significativa para a eficiência de qualquer motor/gerador eléctrico é a utilização óptima do fluxo de campo magnético criado no mesmo e/ou inerente à sua construção.

Tais meios para otimizar a utilização de fluxo magnético podem compreender a localização de uma manga cilíndrica ferromagnética colocada de forma coaxial sobre a armadura e fixa aos enrolamentos anelares que formam a armadura. A presença da manga serve para atrair as linhas de fluxo que emanam do conversor de uma forma tal que melhora a ligação do fluxo com os enrolamentos.

Uma desvantagem da utilização de qualquer forma de manga ferromagnética num gerador linear de íman permanente tubular é, no entanto, a travagem magnética desfavorável que pode resultar. Por travagem magnética é entendido a desigualdade da força mecânica experimentada na direcção do movimento da parte móvel do gerador em relação à parte estacionária. Isto acontece devido ao efeito de atracção magnética do pólo saliente entre os pólos magnéticos espaçados de forma discreta da armadura e a manga ferromagnética. A travagem magnética - se grave - pode provocar vibração mecânica e até indisponibilidade durante um longo período.

Em US 5.909.066 é apresentado um motor linear que tem as características do gerador linear da secção do preâmbulo da reivindicação 1.

De acordo com o invento é proporcionado um gerador linear que tem uma armadura anelar que contém enrolamentos e um conversor que contém ímanes permanentes, estando o conversor localizado concentricamente através da armadura e sendo armadura e conversor móveis entre si ao longo de um eixo longitudinal, em que uma manga magneticamente permeável

está fixa à armadura e envolve circunferencialmente a mesma, tendo a permeabilidade de uma ou ambas as extremidades da manga perfis em torno da sua circunferência, de tal modo que a variação da força de travagem magnética longitudinal sobre a manga no seu deslocamento com a armadura em relação ao conversor, é reduzida, em que o dito perfil da permeabilidade é conseguido por uma variação na quantidade de material em torno da circunferência da extremidade da manga numa ou em ambas as extremidades da manga, sendo tal variação na forma de ausência de variação de material de bordo nas localizações em torno da circunferência da armadura, caracterizada por a manga incluir ou ser construída a partir de uma multiplicidade de elementos ferromagnéticos individuais para atraírem as linhas de fluxo do conversor, mas tendo cada um formato e sendo isolado individualmente de modo a eliminar substancialmente a circulação das correntes de Eddy em torno e/ou ao longo da manga circunferencial.

De preferência, existe um número de ciclos da variação em torno da circunferência para reduzir qualquer tendência para a força líquida sobre a manga variar nos sentidos da 'arfagem' ou da 'guinada' (como referido a um gerador com um eixo longitudinal horizontal).

Um método de conseguir esta ausência é por meio de uma variação de desfasamento longitudinal de um bordo da manga longitudinal da armadura que a mesma envolve, onde exemplos de uma variação deste tipo no desfasamento podem ser substancialmente sinusoidal, triangular ou dentado. Por meio disto, quando qualquer uma ou mais dos bordos dados da manga são atraídos numa certa direcção para um pólo magnético particular e/ou conjuntos de pólos, outros bordos dados são atraídos menos ou são atraídos no sentido oposto, sendo, deste modo, reduzida a atracção líquida da manga para qualquer pólo particular ou conjunto de pólos, sendo esta redução - dentro dos bordos - obtida de forma independente da posição da manga em relação ao conversor.

Na prática, o perfil pode seguir uma curva contínua e predeterminada que resulte na manga que tem por exemplo um par de comprimentos mais longos e um par de comprimentos mais curtos, sendo os comprimentos de cada par diametralmente

opostos entre si. Em alternativa, um perfil dentado pode ser empregue. No caso onde o perfil é conseguido nas duas extremidades da manga, o comprimento médio global da manga é seleccionado por concepção de modo que qualquer travagem magnética residual que ainda permaneça numa extremidade da manga é contrabalançada tanto quanto possível pelo efeito oposto de qualquer travagem magnética residual que permaneça na outra extremidade.

A utilização de uma manga magneticamente permeável deste tipo, enquanto melhora de forma vantajosa o fluxo que actua nos enrolamentos, tem uma desvantagem significativa. Trata-se do facto de que correntes de Eddy são induzidas na manga à medida que a mesma se desloca de um lado para o outro através dos ímanes permanentes do conversor. Isto dá origem tanto a uma acção de travagem como, e no mínimo de forma tão importante, ao aquecimento do material da manga. Isto é adicionado à perda por aquecimento que ocorre nos enrolamentos da armadura, o que compromete de forma significativa o desempenho global, quer no modo motor quer gerador.

Numa concretização preferida deste aspecto do invento, os elementos individuais são formados por comprimentos discretos de material ferromagnético, tal como ferro macio, colocados paralelos e adjacentes entre si na longitudinal de modo a formarem a manga referida acima. Os comprimentos podem ser ligados entre si por uma resina adequada ou semelhante. Os elementos individuais podem ser fabricados em material ferromagnético com propriedades de permeabilidade magnética especialmente favoráveis, tal como 'TRAPOFERM'.

Noutra concretização, os elementos podem compreender partículas individuais, tais como pequenos rolamentos de esferas, integrados num material de plástico não condutor.

A combinação das disposições anteriores resulta num gerador linear que pode funcionar substancialmente sem qualquer travagem magnética prejudicial inerente ou forças de travagem e com poucas ou nenhuma perdas por aquecimento na sua manga. No global, isto pode resultar num aumento de desempenho que pode exceder 30% quando comparado com

geradores (ou motores) que funcionam sem uma manga construída de acordo com este invento.

É prático durante a construção do conversor de um gerador linear tubular seleccionar diferentes graus de ímanes permanentes de acordo com o desempenho desejado. Por exemplo, quando é necessário uma grande saída, e custo não é certamente objecto, podem ser utilizados ímanes de neodímio ferro boro raro na terra. A coercibilidade destes ímanes é elevada e existe pequeno risco de que campos de desmagnetização que surjam das correntes que circulam nos enrolamentos das armaduras possam levar os ímanes a um ponto de funcionamento desfavorável. Por outro lado, se forem utilizados ímanes cerâmicos de baixa coercibilidade, por exemplo os conhecidos como ferrites, os mesmos podem sofrer deste efeito devido à presença de um joelho distinto nas suas propriedades de curva BH. A utilização de uma manga ferromagnética como descrito aqui mitiga este risco, devido ao facto de que a mesma auxilia a ligação magnética dos pólos Norte/Sul dos ímanes permanentes posicionados ao longo do conversor. (Com efeito, a manga forma um percurso de curto circuito magnético para os campos magnéticos utilizarem).

Será evidente, no entanto, que a manga serve este objectivo com mais efeito onde a mesma se estende bem para além de qualquer lado de um enrolamento da armadura, do que onde a mesma cobre exactamente um enrolamento destes, por exemplo onde a manga no seu comprimento maior é feita exactamente para o comprimento global dos enrolamentos da armadura anelar e, deste modo, cobre os enrolamentos de extremidade da armadura apenas na sua face interior.

De acordo com uma característica do invento, o comprimento da manga ferromagnética é feito para um comprimento suficiente que exceda o comprimento longitudinal total da pilha de enrolamentos da armadura de modo que a sobreposição resultante em cada extremidade da pilha garante que protecção contra a desmagnetização induzida dos ímanes é substancialmente garantida para a mesma extensão dos ímanes do conversor expostos aos enrolamentos situados nas extremidades extremas da armadura, como às do seu centro.

É conhecido na construção de geradores lineares tubulares ou motores que os enrolamentos anelares dos mesmos são impregnados com resina. A finalidade disto é manter os enrolamentos na posição relativa entre si e proporcionar um percurso de condução de calor para uma superfície condutora de calor exterior. No entanto, sendo uma construção deste tipo para utilização nos geradores lineares tubulares o objecto dos melhoramentos apresentados aqui, será apreciado que a distância radial da manga desde os ímanes que a mesma envolve de forma coaxial será aumentada pela espessura da camada de resina. Na prática, a fim de garantir a melhor ligação magnética possível entre a manga e os ímanes, é desejável manter esta distância radial tão pequena quanto possível.

De acordo com outra característica do invento, os elementos individuais que compreendem a manga ferromagnética são integrados na resina que liga os enrolamentos durante o processo de fabrico. Por este meio, a manga ferromagnética formada pelos elementos é potenciada para estar tão próximo quanto possível do diâmetro exterior dos enrolamentos e, consequentemente, tão próximo quanto possível dos pólos magnéticos da armadura.

Para aplicações específicas de geradores lineares tubulares e em particular para a aplicação em energia das ondas descrita anteriormente, pode ser desejável poder travar o movimento da armadura em relação ao conversor. Isto pode ser necessário no caso de, por exemplo, movimentos súbitos e inesperados que surjam da chegada de uma onda anormal. Uma acção de travagem deste tipo pode ser convenientemente conseguida por curto-circuito dos enrolamentos da armadura. As forças electromotrizes que circulam nos enrolamentos podem ser muito eficazes a abrandar o movimento do conversor. Seria vantajoso poder utilizar a manga ferromagnética como descrito aqui para o mesmo objectivo, mas como já descrito, a sua concepção real evita a circulação em utilização de correntes de Eddy.

De acordo ainda com outra característica do invento, cada um de um número ou de todos os elementos individuais que compreendem ou incluídos na manga estão ligados por fio



condutor a meios de comutação comuns, que permitem a ligação de um número seleccionado ou de todos entre si e, deste modo, a circulação controlada de correntes de Eddy. Por este meio, a manga pode ser colocada a funcionar como desejado, se bem que num comprimento limitado, como um meio de travagem adicional.

O invento será agora descrito com referência aos desenhos em anexo, em que:

A Fig. 1 mostra a armadura e o conversor de um gerador linear tubular típico.

A Fig. 2 é uma vista de um bordo de uma manga ferromagnética que envolve a armadura do gerador.

A Fig. 3 mostra forças de travagem magnética que podem surgir durante a utilização de uma manga de comprimento uniforme.

A Fig. 4 é uma vista em perspectiva da manga com extremidades com perfis.

A Fig. 5 mostra o método pelo qual as forças de travagem magnética podem ser reduzidas.

A Fig. 6 mostra estas forças de travagem magnética reduzidas.

A Fig. 7 é uma vista explodida dos elementos individuais que compreendem a manga.

A Fig. 8 mostra uma manga alongada que sobrepõe os enrolamentos do gerador.

A Fig. 9 é um diagrama que mostra os elementos que compreendem a manga integrados na resina, e

a Fig. 10 mostra meios para permitir que a manga actue como um travão electromagnético.

As Fig. 1 e 2 e o texto que as descreve proporcionam uma base de referência geral para auxiliar a um entendimento do invento.

Referindo a Fig. 1, um gerador linear tubular típico ao qual os melhoramentos aqui apresentados podem ser aplicados é mostrado de forma geral em 10. O conversor 11 compreende um tubo não ferromagnético 12 que aloja uma série de ímanes permanentes magnetizados separados de forma axial 13, 14, 15 e etc. Será visto que pólos similares dos ímanes ficam defronte uns dos outros. O efeito é obrigar as linhas de força, mostradas aqui de forma esquemática em 16, 17 e 18, a emitirem radialmente para fora do tubo que contém os ímanes permanentes e, deste modo cortarem como mostrado as curvas dos enrolamentos da armadura coaxial, mostrados aqui em 20, 21, 22 e 23. (Nota, estes enrolamentos estão, em geral, ligados dentro de outro tubo, não mostrado aqui para clarificação.) Forçar o movimento relativo entre a armadura e o conversor dá origem à geração de forças electromotrizes alternativas sinusoidais nos enrolamentos da armadura. (Esta disposição é idêntica à do motor eléctrico linear tubular apresentado na patente UK n.º GB2079068).

Como será apreciado, a fem (força electromotriz) gerada nos enrolamentos da armadura depende da resistência dos campos magnéticos permanentes e, usando o principio de Fleming da regra da mão direita, do quão ortogonal os mesmos são em relação à direcção do movimento relativo das curvas do(s) enrolamento(s) da armadura que os mesmos cortam.

Referindo a Fig. 2, são mostrados meios para melhorar esta perpendicularidade e, deste modo, a quantidade de electricidade gerada. Uma manga ferromagnética, mostrada aqui num bordo apenas em 24, está posicionada sobre os enrolamentos. O efeito da manga é duplo. Primeiro, auxilia na atracção das linhas de força de forma mais directa a partir dos ímanes permanentes e, deste modo, de forma mais ortogonal a partir do tubo que as contém, e, em segundo lugar, proporciona um percurso fácil para as linhas do campo magnético, como mostrado em 25, 26 e 27. Este último aspecto proporciona uma vantagem importante enquanto que o mesmo auxilia o ponto de funcionamento efectivo onde os ímanes

operam e reduz a probabilidade da sua desmagnetização em utilização.

A descrição anterior expressa o conceito geral - e conhecido no campo - da utilização de uma manga para aumentar a saída, ou no caso da configuração descrita utilizada como um motor linear, o impulso disponível a partir do mesmo se os enrolamentos forem alimentados. O conceito real do invento é agora descrito em detalhe com referência às restantes figuras.

Uma desvantagem significativa surge da utilização de uma manga ferromagnética simples como representado na Fig. 2. Isto é devido ao efeito conhecido como travagem magnética. Por travagem magnética é designado o desequilíbrio mecânico na força mecânica experimentada na direcção do movimento da parte móvel do gerador relativa à parte estacionária. Isto surge devido ao efeito de atracção magnética do pólo saliente entre os pólos magnéticos espaçados de forma discreta da armadura e da manga ferromagnética. (Pode ser visto, a partir da Fig. 2, que a manga tenta e alinha-se na longitudinal em relação aos ímanes para proporcionar o melhor percurso possível para os seus campos magnéticos, como é bem conhecido quando se coloca qualquer objecto ferromagnético na proximidade de ímanes permanentes). Travagem magnética pode resultar num movimento de trepidação com consequentes efeitos mecânicos perniciosos. Um perfil de travagem magnética deste tipo é mostrado na Fig. 3. A força aplicada é mostrada em 28, a força de travagem magnética em 29 e a força resultante em 30.

Referindo a Fig. 4, são mostrados meios para mitigar este efeito. A manga que envolve os enrolamentos da armadura é mostrada aqui em 31 e é formada a partir de um número de elementos discretos - cuja finalidade total é descrita de seguida. Como pode ser visto, a manga é modificada na forma nas suas extremidades como mostrado em 32. Em vez de ter um perímetro uniforme na sua extremidade, as extremidades têm pelo contrário perfis como mostrado. O perfil consegue o efeito, como ilustrado, das porções do topo e da base da manga se estenderem para o seu lado direito mais do que para as suas porções laterais. Isto é conseguido no fabrico

simplesmente por justaposição adequada dos elementos individuais que constituem a manga. A finalidade do perfil é reduzir as forças de travagem magnética. (Nota, no lado esquerdo da manga, as porções laterais estendem-se reciprocamente mais do que as porções do topo e da base).

Isto é mais explicado com referência à Fig. 5. A porção de topo (e neste caso a mais saliente) de uma extremidade da manga é mostrada de forma esquemática em 33 e o lado, e a porção menos saliente, em 34. O conversor é mostrado em 35. A sobreposição dos elementos 33 e 34 é, deste modo, seleccionada para que enquanto um comprimento está a tentar impelir para um conjunto de pólos magnéticos, o outro comprimento está num estado 'intermédio' e, por conseguinte, não contribui para esta força. À medida que a armadura é obrigada a deslocar-se em relação ao conversor, assim a posição é invertida. Entretanto o perfil gradual da extremidade da manga auxilia este processo. O efeito, nesta extremidade da manga, é reduzir a força líquida de travagem magnética.

Na outra extremidade da manga, 37, predomina uma disposição semelhante, excepto por as saliências relativas dos comprimentos de elementos serem, deste modo, predeterminadas (através da selecção cuidadosa do seu comprimento físico) que a sua acção nesta outra extremidade está desfasada daquelas da primeira extremidade 36, ver também para referência as extremidades tanto do lado esquerdo como do lado direito da manga da Fig. 4. Isto reduz mais o efeito de travagem magnética, sendo a força líquida final substancialmente reduzida, como mostrado em 38 na Fig. 6, em comparação com a amplitude da original mostrada na Fig. 3. Perfis de extremidade de bordo alternativos são possíveis, tais como uma combinação de um perfil denteado, combinado com curvas graduais, para reduzir ainda mais o efeito de travagem magnética.

Um aspecto importante do invento será agora descrito. Será visto a partir da manga mostrada na Fig. 4, que a mesma é formada a partir de um número de elementos discretos. A razão para isto é a seguinte.

Se qualquer manga deste tipo for construída a partir de um material condutor sólido (como é o caso com um cilindro ferromagnético simples) haveria o registo de uma desvantagem significativa. É que durante a geração, o movimento real da manga em relação ao conversor, cria correntes de Eddy que circulam na mesma. Estas servem tanto para aquecer a manga como, no mínimo tão mau, para resistir à passagem da armadura em relação ao conversor devido aos campos magnéticos estabelecidos pelas mesmas. Estes resultam numa força contrária que se opõe à força real que origina o movimento. O efeito pode ser algo reduzido ao recortar por punção intervalos na manga mas isto reduz a eficácia da manga pela omissão real do material de cuja presença necessita.

A manga da Fig. 4, formada de acordo com o invento, e que também resolve as ditas dificuldades provocadas pela circulação de correntes de Eddy, é mostrada em contorno em 31. Isto compreende uma multiplicidade de elementos discretos alongados 39, 40 e etc., cada um fabricado num material ferromagnético com uma elevada permeabilidade favorável, tal como ferro macio ou 'TRAPOFERM'. Cada um destes elementos é isolado do seu vizinho. Os elementos continuam a atrair as linhas de força, substancialmente como se a manga fosse fabricada numa peça única, mas devido aos mesmos estarem isolados entre si, isto elimina virtualmente em conjunto a circulação de correntes de Eddy, estando a sua presença confinada ao interior dos elementos longitudinais. Deste modo surge um benefício significativo em termos de saída mas sem qualquer impacto significativo devido a correntes de Eddy.

A Fig. 7 mostra uma vista expandida de parte da manga mostrada na Fig. 2b. Os elementos longitudinais discretos que constituem a manga são mostrados novamente aqui em 39, 40 e 41. Cada elemento está isolado ao longo de todo o seu comprimento para evitar condução eléctrica para o seu vizinho.

Referindo a Fig. 8, uma disposição é mostrada em 42 para reduzir mais a probabilidade dos ímanes no conversor serem levados para além do seu ponto de funcionamento seguro. (Isto pode ocorrer devido à presença de fortes campos de

desmagnetização ou - em combinação - exposição dos ímanes a tais campos e operação a elevadas temperaturas).

Como referido antes, a presença da manga do invento auxilia a operação segura dos ímanes enquanto que proporciona um percurso fácil para os seus campos. No entanto, se o comprimento (médio) da manga fosse tal que a mesma apenas cobrisse exactamente os enrolamentos de extremidade da armadura, os ímanes envolvidos de forma coaxial pelos mesmos não seriam protegidos pelo mesmo comprimento que os colocados mais ao centro. A manga, por conseguinte, é feita para um comprimento que excede por uma boa margem como mostrado em 43 e 44 o comprimento global 'l' da pilha de enrolamentos da armadura. Por este meio, o campo magnético de ligação proporcionado pela manga pode ser visto para se prolongar bem através de todos os ímanes operacionais de modo a auxiliar a sua função num ponto de funcionamento seguro.

É bem conhecido para maximizar a ligação magnética em maquinaria electromagnética a redução de intervalos de ar magnéticos tanto quanto praticável. Uma disposição para conseguir isto no caso do gerador linear tubular com manga é agora mostrada com referência à Fig. 9, a qual mostra uma vista de extremidade dos enrolamentos e manga. É habitual encapsular enrolamentos em resina para a sua protecção e ligação. Em vez de juntar os elementos individuais 46 que compreendem a manga sobre a resina (endurecida), o que resultaria num aumento do entreferro, os mesmos são, pelo contrário, moldados na mesma, como mostrado em 47. Por este meio, os mesmos estão tão próximos quanto possível na prática com a superfície de enrolamento 48, e, deste modo, o fluxo magnético de ligação com os ímanes do conversor é maximizado.

É bem conhecido que curto-circuitar os enrolamentos da armadura de um motor eléctrico rotativo do tipo de íman permanente é eficaz para travar o movimento da sua armadura. No caso do gerador linear tubular, curto circuitar os enrolamentos da sua armadura de modo semelhante proporciona uma acção de travagem fácil e eficaz do movimento do conversor em relação à sua armadura. Da descrição anterior, no entanto, será compreendido que a manga não pode contribuir

para este efeito já que o ponto real da sua construção é para evitar o efeito da circulação de correntes de Eddy.

No entanto, em circunstâncias especiais, pode ser útil poder prender o movimento no mais curto espaço de tempo possível, particularmente nos conversores de energia das ondas onde por exemplo pode acontecer a chegada súbita de uma onda de amplitude inesperada.

Isto pode por exemplo, provocar movimento indevido de um ponto de amortecimento que acciona um gerador linear, com consequente dano para o último.

Um método para permitir que a manga ainda contribua para o efeito de travagem é mostrado com referência à Fig. 10. Cada um dos elementos 49, 50 e etc. está ligado a comutadores correspondentes 51 e 52 e etc. A outra metade de cada comutador está ligada a um barramento 53. Ao comutar algum ou todos os comutadores, um percurso é proporcionado para permitir, não obstante a sua extensão limitada, que algumas correntes de Eddy circulem e, deste modo, permitir que a manga se adicione ao esforço de travagem.

Numerosas variações serão evidentes para o especialista na técnica.

Lisboa, 2009-03-10

### REIVINDICAÇÕES

1 - Gerador linear (10) que tem uma armadura anelar que contém enrolamentos (20, 21, 22, 23) e um conversor (11) que contém ímanes permanentes (13, 14, 15), estando o conversor localizado concentricamente através da armadura e sendo armadura e conversor móveis relativamente entre si ao longo de um eixo longitudinal, em que uma manga magneticamente permeável (31) está fixa à armadura que envolve circunferencialmente, tendo a permeabilidade de uma ou de ambas as extremidades da manga perfis em torno da sua circunferência, de tal modo que é reduzida a variação da força de travagem magnética longitudinal sobre a manga no seu percurso com a armadura em relação ao conversor, em que o dito perfil da permeabilidade é conseguido por uma variação na quantidade de material em torno da circunferência da extremidade da manga e numa ou em ambas as extremidades da manga, sendo tal variação na forma de ausência de variação de material da manga nas localizações em torno da circunferência da armadura, caracterizado por a manga incluir ou ser construída a partir de uma multiplicidade de elementos ferromagnéticos individuais (39, 40, 41, 46) para atraírem linhas de fluxo do conversor, mas tendo cada um formato e sendo isolado individualmente de modo a eliminar substancialmente a circulação das correntes de Eddy em torno e/ou ao longo da manga circunferencial.

2 - Gerador linear de acordo com a reivindicação 1, em que a variação na quantidade de material da manga é conseguida por uma variação do desfasamento longitudinal de um bordo da manga longitudinalmente da armadura que a mesma envolve, onde os exemplos de uma deste tal variação de desfasamento pode ser substancialmente sinusoidal, triangular ou em ameias.

3 - Gerador linear de acordo com a reivindicação 2, em que as duas extremidades da manga são perfiladas de tal modo, sendo o desfasamento das porções de bordo nas extremidades opostas de uma geratriz da manga tais que a distância entre porções variação das extremidades é substancialmente constante em torno da circunferência da manga.



4 - Gerador linear de acordo com a reivindicação 1, em que os elementos individuais consistem de comprimentos discretos de material ferromagnético, tal como ferro macio, cada isolado do seu vizinho e colocados paralelos e adjacentes entre si, de modo a formarem a manga da armadura.

5 - Gerador linear de acordo com a reivindicação 1, em que os elementos compreendem partículas individuais, tais como pequenos rolamentos de esferas ou cristais de ferro, integrados num material de plástico.

6 - Gerador linear de acordo com a reivindicação 1, em que um número ou todos os elementos individuais que compõem a manga ou incluídos dentro da mesma estão cada ligado por meios condutores a meios de comutação comuns que permitem a ligação de uma proporção seleccionada, ou de todos, entre si e, desse modo, a circulação controlada das correntes de Eddy.

7 - Gerador linear de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, em que o comprimento da manga, no seu mínimo, excede o comprimento longitudinal da armadura numa extensão suficiente para garantir que substancialmente o mesmo grau de protecção contra a desmagnetização induzida dos ímanes do conversor é garantido pela presença da manga para os ímanes expostos em cada extremidade da armadura, como aos no centro da mesma.

Lisboa, 2009-03-10

Fig.1.

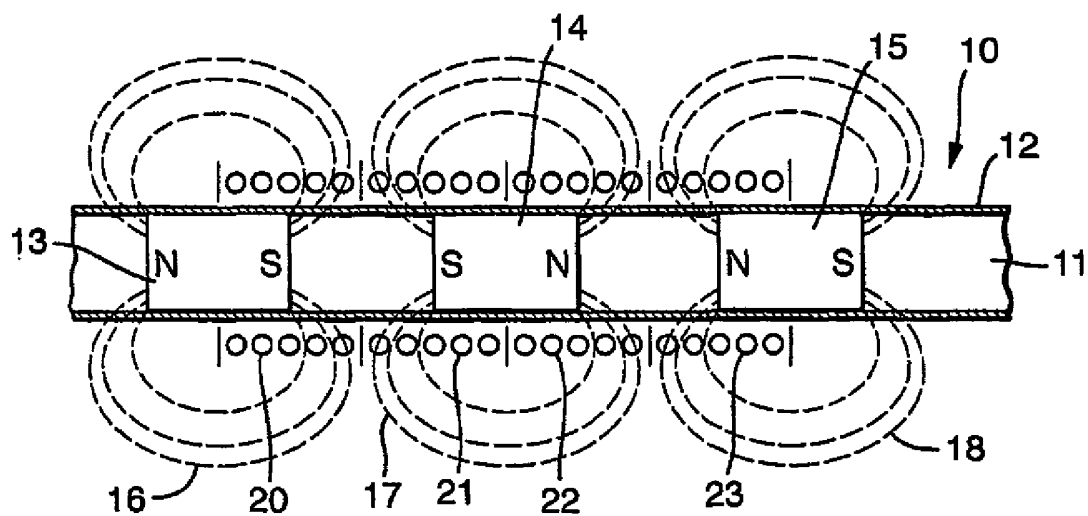


Fig.2.

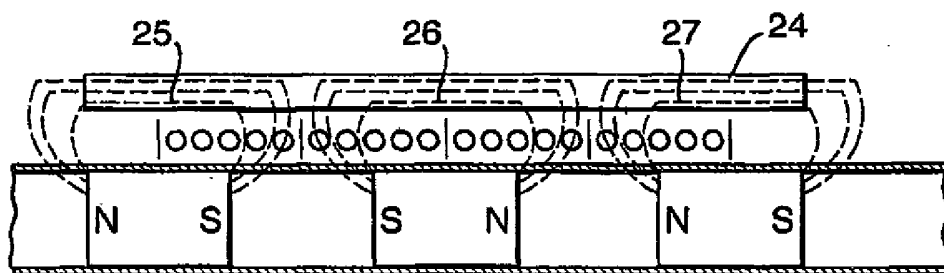
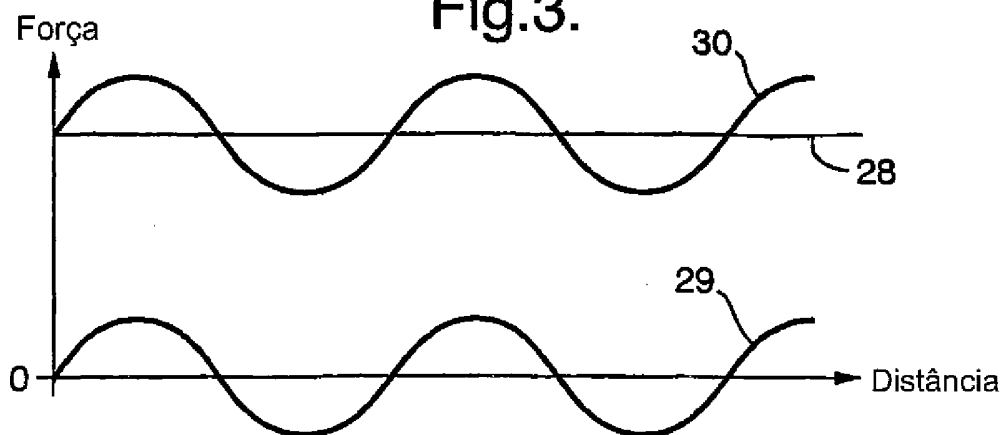


Fig.3.



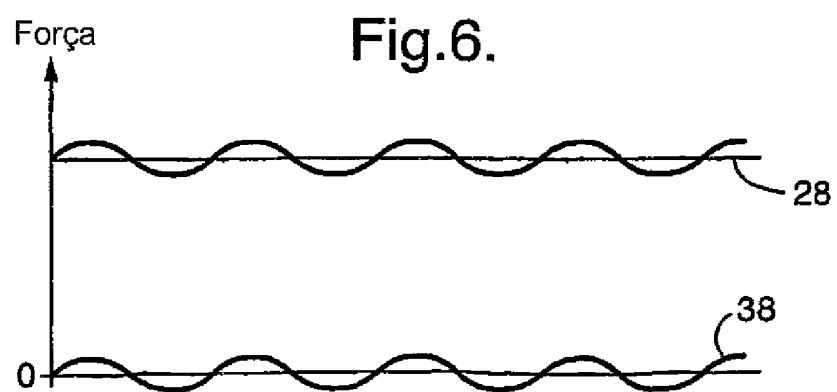
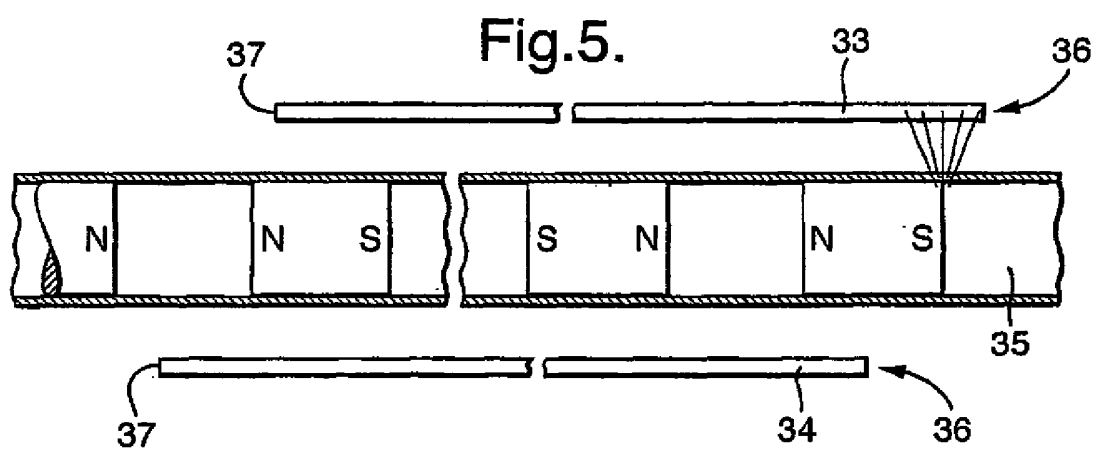
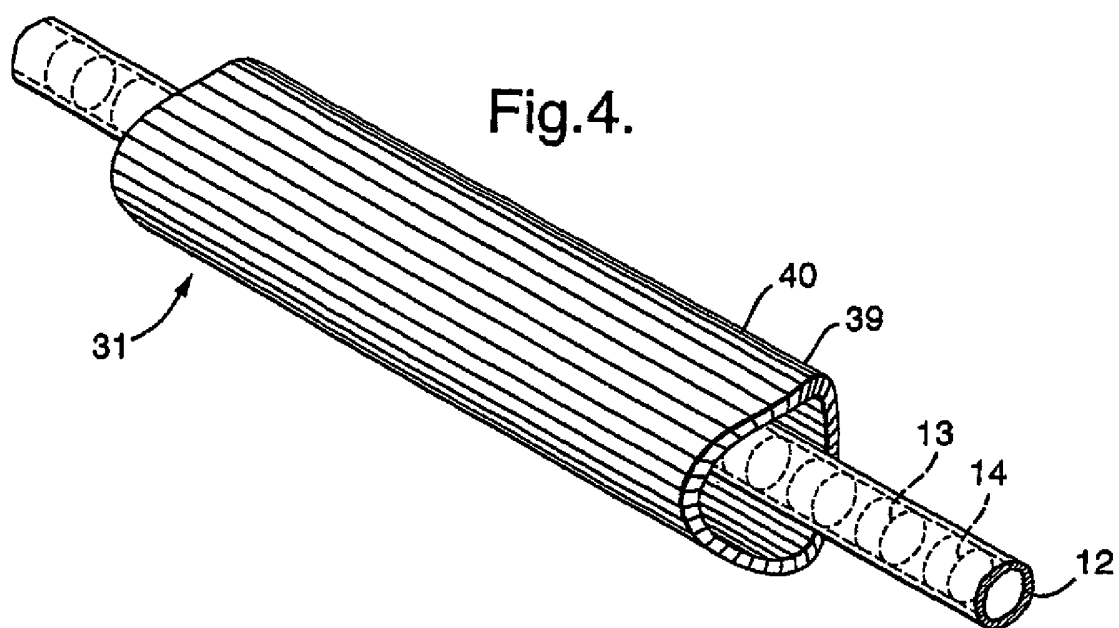


Fig.7.

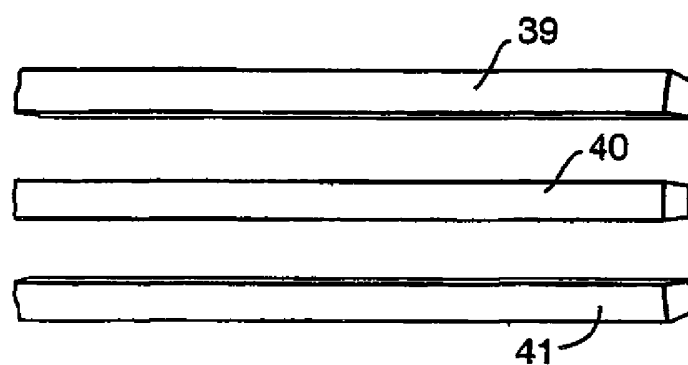


Fig.8.

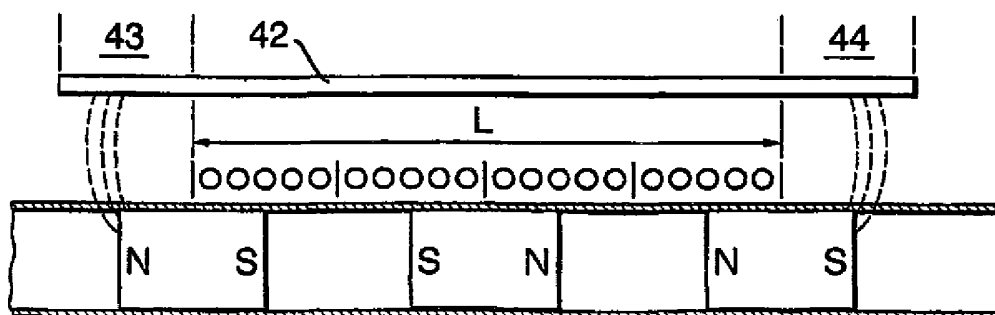


Fig.9.

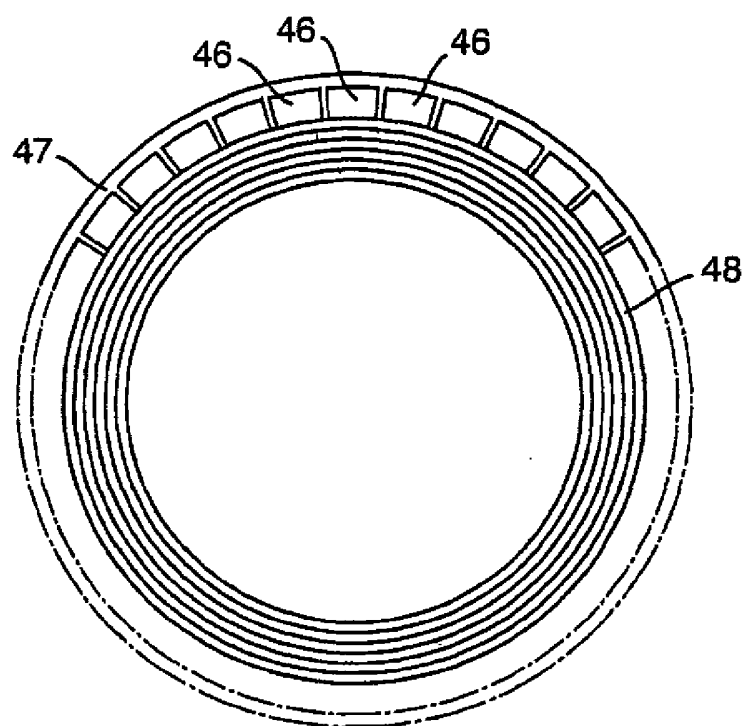


Fig.10.

