

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 165**

51 Int. Cl.:  
**H02K 41/03** (2006.01)  
**H02K 35/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08018058 .1**  
96 Fecha de presentación: **11.01.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2015430**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.01.2009**

54 Título: **Mejoras en generadores eléctricos tubulares**

30 Prioridad:  
**11.01.2005 GB 0500507**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**18.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**18.06.2012**

73 Titular/es:  
**TRIDENT ENERGY LIMITED  
2 STONE BUILDINGS  
LINCOLN'S INN LONDON WC2A 3TH, GB**

72 Inventor/es:  
**Kelly, Hugh-Peter Granville**

74 Agente/Representante:  
**Ungría López, Javier**

ES 2 383 165 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Mejoras en generadores eléctricos tubulares

5 La presente invención se refiere a mejoras en el rendimiento de generadores eléctricos lineales tubulares.

Los generadores tubulares a los que pueden aplicarse las mejoras que se dan a conocer en el presente documento son del tipo en el que la armadura del generador contiene una o más bobinas anulares y el trasladador contiene una serie alargada de polos magnéticos. Esta última serie puede formarse a partir de un número de imanes permanentes dispuestos en una columna para pasar de forma concéntrica a uno y otro lado a través de la(s) bobina(s) anular(es). Debido a que las líneas de flujo que emanan de los polos magnéticos cortan las espiras de las bobinas anulares, se genera electricidad. Un ejemplo de una construcción de este tipo, de uso generalizado en la actualidad por todo el mundo, es el motor eléctrico lineal tubular, patente de Reino Unido con número GB 2079068 y equivalentes extranjeros.

15 (Ha de indicarse que, a través de la totalidad del presente texto, la expresión armadura hace referencia a la parte del generador que contiene sus bobinas, y la expresión trasladador a la parte que contiene los imanes permanentes. Se genera electricidad como consecuencia del movimiento de uno en relación con otro. Además, como conocen comúnmente los expertos en el campo, un generador eléctrico de imán permanente del tipo que se describe puede funcionar igualmente como un motor eléctrico. Por lo tanto, las expresiones generador y motor se consideran intercambiables dentro de la presente solicitud).

25 Existe un número creciente de aplicaciones industriales que requieren la conversión de energía mecánica alternativa en potencia eléctrica. Una en particular es la conversión de energía de las olas del mar en electricidad. Un ejemplo de un convertidor de energía de las olas del mar de este tipo es aquel en el que el movimiento de un flotador colocado en el mar se usa para dar lugar a un movimiento relativo entre la armadura y el trasladador de un generador lineal, y de este modo la conversión de energía de las olas del mar en potencia eléctrica.

30 Se apreciará que, con el fin de optimizar la generación de potencia para un generador lineal de tamaño y coste dados, es importante que el generador sea tan magnética y eléctricamente eficiente como sea posible. La eficiencia de conversión de potencia es una consideración particularmente importante para los convertidores de energía undimotriz, siendo ésta esencial para que se genere suficiente electricidad como para garantizar una devolución adecuada de la inversión de capital inicial. Una contribución significativa a la eficiencia de cualquier generador/motor eléctrico es el uso óptimo del flujo de campo magnético que se crea en su interior y/o inherente a su construcción.

40 Unos medios de este tipo para optimizar el uso del flujo magnético puede comprender la colocación de un manguito cilíndrico ferromagnético colocado de forma coaxial sobre, y fijado a, las bobinas anulares que forman la armadura. La presencia del manguito sirve para tirar de las líneas de flujo que emanan del trasladador de una forma tal que se mejora la relación de flujo con las bobinas.

45 Una desventaja del uso de cualquier forma de manguito ferromagnético en un generador lineal de imán permanente tubular es, no obstante, el desfavorable efecto cogging que puede resultar. Por efecto cogging, se pretende indicar falta de uniformidad de la fuerza mecánica que se experimenta en la dirección del movimiento de la parte móvil del generador en relación con la parte estacionaria. Esto surge debido al efecto de atracción magnética de polo saliente entre los polos magnéticos separados de forma discreta de la armadura y el manguito ferromagnético. El efecto cogging -si es grave- puede dar lugar a vibración mecánica, e incluso rotura, a lo largo de un periodo prolongado.

50 El documento US 5.909.066 da a conocer un motor lineal que tiene las características del generador lineal de la sección precharacterizadora de la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención, se prevé un generador lineal tal como se define en la reivindicación independiente 1. En las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones adicionales de la invención.

55 Preferiblemente, existe un número de ciclos de la variación alrededor de la circunferencia para reducir cualquier tendencia a que la fuerza neta sobre el manguito varíe en las direcciones de "cabeceo" o "guiñada" (en referencia a un generador que tiene un eje longitudinal horizontal).

60 Un procedimiento para conseguir esta ausencia es mediante una desviación longitudinal variable de un borde del manguito en sentido longitudinal de la armadura que éste rodea, en el que los ejemplos de una variación en desviación de este tipo pueden ser sustancialmente sinusoidales, triangulares o almenados. Mediante estos medios, cuando cualesquiera uno o más bordes dados del manguito se atraen en una cierta dirección hacia un polo y/o conjuntos de polos magnéticos particulares, otros bordes dados se atraen menos o se atraen en el sentido de dirección opuesto, reduciéndose de este modo la atracción neta del manguito a cualquier polo o conjunto de polos particular, obteniéndose esta reducción -dentro de unos límites- con independencia de la posición del manguito en relación con el trasladador.

En la práctica, el perfilado puede seguir una curva predeterminada y continua que da como resultado el manguito, que tiene por ejemplo un par de tramos más largos y un par de tramos más cortos, siendo los tramos de cada par diametralmente opuestos entre sí. Alternativamente, puede emplearse un perfilado almenado. El perfilado se efectúa en ambos extremos del manguito y la longitud promedio global del manguito se selecciona por diseño, de tal modo que cualquier efecto cogging residual que aún quede en un extremo del manguito se compensa en la medida de lo posible por el efecto de oposición de cualquier efecto cogging residual que quede en el otro extremo.

El uso de un manguito magnéticamente permeable de este tipo, a la vez que mejora ventajosamente el flujo que actúa sobre las bobinas, tiene una desventaja significativa. Esta es el hecho de que se inducen corrientes de Foucault en el manguito a medida que éste se desplaza a uno y otro lado sobre los imanes permanentes del trasladador. Esto da como resultado tanto una acción de frenado, y al menos igual de importante, el calentamiento del material de manguito. Esto se añade a la pérdida de calor que tiene lugar dentro de las bobinas de armadura, lo que compromete de forma notable el rendimiento global, ya sea en modo de motor o de generador.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el manguito incluye o se construye a partir de una multiplicidad de elementos ferromagnéticos individuales para tirar de las líneas de flujo del trasladador, pero siendo cada uno de una forma y estando aislado individualmente de forma que elimine sustancialmente la circulación de las corrientes de Foucault alrededor de y/o a lo largo de la circunferencia del manguito.

En una realización preferida del presente aspecto de la invención, los elementos individuales se forman de tramos discretos de material ferromagnético, tal como hierro dulce, colocados en paralelo y adyacentes uno a otro en sentido longitudinal con el fin de formar el manguito que se menciona anteriormente. Los tramos pueden unirse entre sí por una resina adecuada o similar. Los elementos individuales pueden fabricarse a partir de un material ferromagnético que tiene unas propiedades de permeabilidad magnética especialmente favorables, tal como "TRAPOFERM".

En otra realización, los elementos pueden comprender partículas individuales, tal como pequeños cojinetes de bolas, incrustadas dentro de un material de plástico no conductor.

La combinación de las disposiciones anteriores da como resultado un generador lineal capaz de funcionar sustancialmente sin fuerzas de frenado o efecto cogging perjudiciales inherentes y con poca o ninguna pérdida de calor dentro de su manguito. En conjunto, esto puede dar como resultado un aumento de rendimiento que supera un 30 %, en comparación con generadores (o motores) que funcionen sin un manguito construido de acuerdo con la presente invención.

Al construir el trasladador de un generador lineal tubular, es práctico seleccionar diferentes grados de imanes permanentes de acuerdo con el rendimiento deseado. Por ejemplo, cuando se requiere una alta salida, y ciertamente el coste no ha de tenerse en cuenta, pueden usarse imanes de hierro boro neodimio tierras raras. La coercividad de estos imanes es alta, y existe poco riesgo de que los campos desmagnetizantes que surgen a partir de las corrientes que circulan en las bobinas de armadura puedan llevar los imanes hasta un punto de trabajo desfavorable. Por otro lado, si se usan unos imanes de cerámica de menor coercividad, por ejemplo los que se conocen como ferritas, éstos pueden padecer este efecto debido a la presencia de una clara inflexión en sus propiedades de curva B-H. El uso de un manguito ferromagnético tal como se describe en el presente documento mitiga este riesgo, debido al hecho de que éste ayuda al acoplamiento magnético a partir de los polos norte / sur de los imanes permanentes colocados a lo largo del trasladador. (En efecto, el manguito forma una trayectoria de cortocircuito magnético para que los campos magnéticos se desplacen a su través).

Será no obstante evidente que el manguito sirve para este fin con más efecto cuando éste se extiende bastante más allá de cada lado de una bobina de armadura, que cuando éste sólo cubre una bobina de este tipo, por ejemplo cuando el manguito en su longitud más larga se fabrica de la longitud global exacta de las bobinas anulares de armadura y cubre de este modo las bobinas de extremo de la armadura sólo sobre su cara interior.

De acuerdo con una característica de la invención, la longitud del manguito ferromagnético se fabrica de una longitud que supera suficientemente la longitud longitudinal total de la pila de las bobinas de armadura de tal modo que el solapamiento resultante en cada extremo de la pila asegura que la protección frente a la desmagnetización inducida de los imanes se proporciona sustancialmente en la misma medida a los imanes de trasladador expuestos a las bobinas situadas en los extremos finales de la armadura, que a los que se encuentran en su centro.

En la construcción de motores o generadores lineales tubulares, se conoce la impregnación de las bobinas anulares de los mismos con resina. El fin de esto es sujetar las bobinas en posición una en relación con otra y proporcionar una trayectoria de conducción de calor hasta una superficie de conducción de calor exterior. No obstante, si una construcción de este tipo se usara en los generadores lineales tubulares objeto de las mejoras que se dan a conocer en el presente documento, se apreciaría que la distancia radial del manguito a partir de los imanes que éste rodea de forma coaxial aumentaría en el espesor de la capa de resina. En la práctica, con el fin de proporcionar el mejor acoplamiento magnético posible entre el manguito y los imanes, se desea mantener esta distancia radial tan pequeña como sea posible.

De acuerdo con una característica adicional, los elementos individuales que comprenden el manguito ferromagnético se incrustan dentro de la resina que une las bobinas durante el proceso de fabricación. Por este medio, se posibilita que el manguito ferromagnético formado por los elementos esté tan cerca como sea posible del diámetro exterior de las bobinas, y correspondientemente tan cerca como sea posible de los polos magnéticos de la armadura.

5 Para aplicaciones específicas de generadores lineales tubulares, y en particular la aplicación de energía undimotriz que se describe anteriormente, puede desearse ser capaz de frenar el movimiento de la armadura en relación con el trasladador. Esto podría ser necesario en el caso de, por ejemplo, movimientos repentinos e inesperados que surgen a partir de la llegada de una ola anormal. Una acción de frenado de este tipo puede conseguirse de forma conveniente cortocircuitando las bobinas de armadura. Las fuerzas electromotrices que circulan dentro de las bobinas pueden ser muy efectivas para frenar el movimiento del trasladador. Sería ventajoso ser capaz de usar el manguito ferromagnético tal como se describe en el presente documento para el mismo fin, pero tal como ya se ha descrito, su propio diseño evita la circulación durante el uso de las corrientes de Foucault.

15 De acuerdo con una característica adicional más de la invención, cada uno de un número o la totalidad de los elementos individuales que comprenden, o incluidos dentro de, el manguito, se cablea por medios conductores a unos medios de conmutación comunes, que permiten la conexión de un número seleccionado, o la totalidad de los mismos, entre sí y de este modo la circulación controlada de las corrientes de Foucault. Por este medio, puede hacerse que el manguito funcione según se desee, aunque en un grado limitado, como unos medios de frenado adicionales.

La invención se describirá a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 25 la figura 1 muestra la armadura y el trasladador de un generador lineal tubular típico.
- la figura 2 es una vista de un borde de un manguito ferromagnético que rodea la armadura del generador.
- la figura 3 muestra unas fuerzas por efecto cogging que pueden surgir cuando se usa un manguito de longitud uniforme.
- 30 la figura 4 es una vista en perspectiva del manguito con unos extremos perfilados.
- la figura 5 muestra el procedimiento por el que pueden reducirse las fuerzas por efecto cogging.
- 35 la figura 6 muestra tales fuerzas por efecto cogging reducidas.
- la figura 7 es una vista en despiece ordenado de los elementos individuales que comprenden el manguito.
- 40 la figura 8 muestra un manguito alargado que solapa las bobinas del generador.
- la figura 9 es un diagrama que muestra los elementos que comprenden el manguito incrustado en resina, y
- la figura 10 muestra unos medios para posibilitar que el manguito actúe como un freno electromagnético.

45 Las figuras 1 y 2 y el texto que describe las mismas, proporcionan unos antecedentes de referencia general para ayudar a la comprensión de la invención.

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra de forma general en 10 un generador lineal tubular típico al que pueden aplicarse las mejoras que se dan a conocer en el presente documento. El trasladador 11 comprende un tubo no ferromagnético 12 que aloja una serie de imanes permanentes axialmente magnetizados separados 13, 14, 15, y así sucesivamente. Se observará que los polos similares de los imanes están orientados entre sí. El efecto es dar lugar a que las líneas de fuerza, que se muestran en el presente caso de forma esquemática en 16, 17 y 18, se emitan radialmente a partir del tubo que sujeta los imanes permanentes, y que de este modo corten, tal como se muestra, las espiras de las bobinas de armadura coaxiales, que se muestran en el presente caso en 20, 21, 22 y 23. (Obsérvese que estas bobinas están generalmente unidas dentro de un tubo adicional, que no se muestra en el presente caso por claridad). Forzar el movimiento relativo entre la armadura y el trasladador da como resultado la generación de unas fuerzas electromotrices alternas sinusoidales en las bobinas de armadura. (La presente disposición es idéntica a la del motor eléctrico lineal tubular que se da a conocer en la patente de Reino Unido con n.º GB2079068.)

60 Tal como se apreciará, la f.e.m. (fuerza electromotriz) que se genera en las bobinas de armadura depende de la intensidad de los campos de imán permanente y, usando el principio de la regla de la mano derecha de Fleming, cómo de ortogonales son las mismas a la dirección de movimiento relativo de las espiras de la(s) bobina(s) de armadura a las que éstas cortan.

65 Haciendo referencia a la figura 2, se muestran unos medios para mejorar esta ortogonalidad, y de este modo la

cantidad de electricidad generada. Un manguito ferromagnético, que se muestra en el presente caso sólo en un borde en 24, se coloca sobre las bobinas. El efecto del manguito es doble. En primer lugar, éste ayuda a tirar de las líneas de fuerza más directamente a partir de los imanes permanentes y de este modo más ortogonalmente a partir del tubo que sujeta los mismos y, en segundo lugar, éste proporciona una trayectoria lista para que las líneas de campo magnético se desplacen a su través, tal como se muestra en 25, 26 y 27. Este último aspecto proporciona una importante ventaja en la medida en que éste ayuda al punto de trabajo efectivo en el que los imanes funcionan, y reduce la probabilidad de su desmagnetización durante el uso.

La descripción anterior esboza el concepto general -y conocido en el campo- del uso de un manguito para aumentar la salida, o en el caso de la configuración descrita usada como un motor lineal, el empuje disponible a partir del mismo si se excitaran las bobinas. El concepto real de la invención se describe en detalle a continuación, con referencia a las figuras restantes.

Una desventaja notable surge a partir del uso de un manguito ferromagnético simple, tal como se muestra en la figura 2. Esto se debe al efecto conocido como efecto cogging. Por efecto cogging, se pretende indicar una falta de uniformidad mecánica en la fuerza mecánica que se experimenta en la dirección del movimiento de la parte móvil del generador en relación con la parte estacionaria. Esto surge debido al efecto de atracción magnética de polo saliente entre los polos magnéticos separados de forma discreta de la armadura y el manguito ferromagnético. (Puede verse, a partir de la referencia a la figura 2, que el manguito intentará alinearse a sí mismo en sentido longitudinal en relación con los imanes para proporcionar la mejor trayectoria posible para sus campos magnéticos, como se conoce bien cuando se pone cualquier objeto ferromagnético cerca de imanes permanentes). El efecto cogging puede dar como resultado un movimiento de trepidación con consiguientes efectos mecánicos nocivos. Un perfil de efecto cogging de este tipo se muestra en la figura 3. La fuerza aplicada se muestra en 28, la fuerza por efecto cogging en 29 y la fuerza resultante en 30.

Haciendo referencia a la figura 4, se muestran unos medios para mitigar este efecto. El manguito que rodea las bobinas de armadura se muestra en el presente caso en 31, y se forma a partir de un número de elementos discretos -el fin completo de los mismos se describe posteriormente en el presente documento. Tal como puede verse, la forma del manguito se modifica en sus extremos tal como se muestra en 32. En lugar de tener un perímetro uniforme en su extremo, los extremos se perfilan en su lugar tal como se muestra. El perfilado obtiene el efecto, tal como se ilustra, de que las partes de arriba y de debajo del manguito se extiendan hacia su lado derecho más que sus partes laterales. Esto se consigue durante la fabricación simplemente mediante la yuxtaposición adecuada de los elementos individuales que constituyen el manguito. El fin del perfilado es reducir las fuerzas por efecto cogging. (Obsérvese que, en el lado izquierdo del manguito, las partes laterales se extienden, en cambio, más que las partes de arriba y de debajo).

Esto se explica adicionalmente con referencia a la figura 5. La parte de arriba (y, en el presente caso, la que más sobresale) de un extremo del manguito se muestra de forma esquemática en 33 y la parte lateral, y la que menos sobresale, en 34. El trasladador se muestra en 35. El solapamiento de los elementos 33 y 34 se selecciona de tal modo que, mientras que un tramo está intentando tirar de un conjunto de polos de imán, el otro tramo se encuentra en un estado "intermedio" y por lo tanto no contribuye a esta fuerza. A medida que se da lugar a que la armadura se mueva en relación con el trasladador, la posición se invierte en consecuencia. Mientras tanto, el perfilado gradual del extremo de manguito ayuda al presente proceso. El efecto, en este extremo del manguito, es reducir la fuerza neta por efecto cogging.

En el otro extremo del manguito, 37, predomina una disposición similar, excepto en que los resaltes relativos de los tramos de los elementos se determinan previamente (mediante una selección cuidadosa de su longitud física) que su acción en este otro extremo es desfasada con respecto a las del primer extremo 36, véase también para referencia los extremos tanto derecho como izquierdo del manguito de la figura 4. Esto reduce adicionalmente el efecto cogging, reduciéndose sustancialmente la fuerza neta final, tal como se muestra en 38 en la figura 6, en comparación con la amplitud del original que se muestra en la figura 3. Son posibles perfiles alternativos de extremo de manguito, tal como una combinación de un perfilado almenado, combinado con curvas graduales, para reducir incluso más el efecto cogging.

Un aspecto importante de la invención se describirá a continuación. Se verá a partir del manguito que se muestra en la figura 4, que éste se forma a partir de un número de elementos discretos. La razón de esto es la siguiente.

Si cualquier manguito de este tipo se construyera a partir de un material conductor sólido (como es el caso con un cilindro ferromagnético simple) este adolecería de una desventaja significativa. Ésta es que, durante la generación, el mismo movimiento del manguito en relación con el trasladador, crea unas corrientes de Foucault parásitas que circulan en su interior. Éstas sirven tanto para calentar el manguito como, lo que resulta al menos igual de negativo, para resistir el paso de la armadura en relación con el trasladador debido a los campos magnéticos que éstos establecen. Éstos dan como resultado una fuerza contraria, que se opone a la propia fuerza que da lugar al movimiento. El efecto puede reducirse en cierta medida perforando ranuras en el manguito, pero esto reduce la efectividad del manguito por la mera omisión del material que su presencia necesita.

El manguito de la figura 4, formado de acuerdo con la invención, y que también supera dichas dificultades producidas por las corrientes de Foucault en circulación, se muestra en contorno en 31. Éste comprende una multiplicidad de elementos discretos alargados 39, 40, y así sucesivamente, fabricado cada uno a partir de un material ferromagnético que tiene una alta permeabilidad favorable, tal como hierro dulce o "TRAPOFERM". Cada uno de estos elementos está aislado con respecto a su vecino. Los elementos continúan tirando de las líneas de fuerza, sustancialmente como si el manguito estuviera fabricado a partir de una única pieza, si bien, debido a que éstos estén aislados uno con respecto a otro, esto elimina virtualmente en su totalidad la circulación de las corrientes de Foucault, estando su presencia confinada al interior de los elementos longitudinales. De este modo, surge un beneficio significativo en términos de salida, pero sin impacto notable alguno debido a las corrientes de Foucault.

La figura 7 muestra una vista ampliada de parte del manguito que se muestra en la figura 2b. Los elementos longitudinales discretos que constituyen el manguito se muestran de nuevo en el presente caso en 39, 40 y 41. Cada elemento se aísla a lo largo de la totalidad de su longitud para evitar la conducción eléctrica a su vecino.

Haciendo referencia a la figura 8, una disposición se muestra en 42 para reducir adicionalmente la probabilidad de que los imanes dentro del trasladador se lleven más allá de su punto de funcionamiento seguro (Esto puede tener lugar debido a la presencia de intensos campos desmagnetizantes o -en combinación- la exposición de los imanes a tales campos y el funcionamiento a altas temperaturas).

Tal como se menciona anteriormente, la presencia del manguito de la invención ayuda al funcionamiento seguro de los imanes en la medida en que éste proporciona una trayectoria lista a lo largo de la que sus campos puedan ocurrir. No obstante, si la longitud (promedio) del manguito se hiciera de tal modo que éste sólo cubriera apenas las bobinas de extremo de la armadura, los imanes rodeados de forma coaxial por éstas no estarían protegidos en la misma medida que los colocados de forma más central. El manguito se fabrica, por lo tanto, de una longitud que supera por un buen margen, tal como se muestra en 43 y 44, la longitud global "l" de la pila de bobinas de armadura. Por este medio, puede verse que el acoplamiento de campo magnético que prevé el manguito se extiende adecuadamente sobre la totalidad de los imanes operativos, ayudando de este modo a su función dentro de un punto de funcionamiento seguro.

Se conoce bien la maximización del acoplamiento magnético dentro de maquinaria electromagnética reduciendo los entrehierros magnéticos en la medida de lo practicable. Una disposición para conseguir esto en el caso del generador lineal tubular con manguito se muestra a continuación con referencia a la figura 9, que muestra una vista de extremo de las bobinas y el manguito. Es habitual encapsular las bobinas en resina para su protección y unión. En lugar de montar los elementos individuales 46 que comprenden el manguito sobre la resina (endurecida), lo que daría como resultado un entrehierro aumentado, éstos se moldean en su lugar dentro de éste, tal como se muestra en 47. Por este medio, éstos están tan cerca como sea posible en la práctica de la superficie de bobina 48, y de este modo se maximiza el acoplamiento magnético de flujo con los imanes de trasladador.

Se conoce bien que el cortocircuito de las bobinas de armadura de un motor eléctrico giratorio de tipo de imanes permanentes, es efectivo en el frenado del movimiento de su armadura. En el caso del generador lineal tubular, el cortocircuito de sus bobinas de armadura proporciona de forma similar una acción de frenado lista y efectiva del movimiento del trasladador en relación con su armadura. A partir de la descripción anterior, no obstante, se entenderá que el manguito no puede contribuir a este efecto, debido a que la misma esencia de su construcción es evitar el efecto de las corrientes de Foucault en circulación.

No obstante, en circunstancias especiales, puede ser útil ser capaz de detener el movimiento en el tiempo más corto posible, particularmente en los convertidores de energía undimotriz en los que, por ejemplo, puede darse la llegada repentina de una ola de amplitud inesperada.

Esto podría, por ejemplo, dar lugar a un movimiento indebido de un amortiguador puntual que acciona un generador lineal, con el consiguiente daño a éste último.

Un procedimiento de posibilitar que el manguito aún contribuya al efecto de frenado se muestra con referencia a la figura 10. Cada uno de los elementos 49, 50, y así sucesivamente, está conectado a unos conmutadores correspondientes 51 y 52, y así sucesivamente. La otra mitad de cada conmutador se conecta a una vía de conexión 53. Conmutando algunos, o la totalidad de, los conmutadores, se prevé una trayectoria que permite, aunque en un grado limitado, que circulen algunas corrientes de Foucault en potencia, y permitiendo de este modo que el manguito se sume al esfuerzo de frenado.

Dentro del alcance de las reivindicaciones, serán evidentes numerosas variaciones a los expertos en la técnica.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un generador lineal (10) que tiene una armadura anular que contiene unas bobinas (20, 21, 22, 23) y un trasladador (11) que contiene unos imanes permanentes (13, 14, 15), estando ubicado el trasladador de forma concéntrica a través de la armadura, y armadura y trasladador que pueden moverse la una en relación con el otro a lo largo de un eje longitudinal, en el que un manguito magnéticamente permeable (31) se fija a, y rodea de forma circunferencial, la armadura, estando la permeabilidad de ambos extremos del manguito perfilada alrededor de su circunferencia de tal modo que la variación de la fuerza por efecto cogging longitudinal sobre el manguito en su recorrido con la armadura en relación con el trasladador, se reduce, en el que dicho perfilado de la permeabilidad se consigue por una variación en la cantidad de material alrededor de la circunferencia del extremo de manguito en ambos extremos del manguito, siendo tal variación en forma de ausencia variable de material de manguito en unas ubicaciones alrededor de la circunferencia de la armadura, y la variación en la cantidad de material de manguito se consigue por una desviación longitudinal variable de un borde del manguito en sentido longitudinal de la armadura que éste rodea, **caracterizado por que** la desviación de las partes de borde en extremos opuestos de una generatriz del manguito es tal que la distancia entre las partes de borde de los extremos es constante alrededor de la circunferencia del manguito.
- 10 2. Un generador lineal de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la variación en desviación longitudinal puede ser sustancialmente sinusoidal, triangular o almenada.
- 15 3. Un generador lineal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el manguito incluye o se construye a partir de una multiplicidad de elementos ferromagnéticos individuales (39, 40, 41, 46) para tirar de las líneas de flujo del trasladador, pero siendo cada uno de una forma y estando aislado individualmente de forma que elimine sustancialmente la circulación de las corrientes de Foucault alrededor de y/o a lo largo de la circunferencia del manguito.
- 20 4. Un generador lineal de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los elementos individuales consisten en unos tramos discretos de material ferromagnético, tal como hierro dulce, cada uno aislado con respecto a su vecino y colocados en paralelo y adyacentes uno a otro con el fin de formar el manguito de armadura.
- 25 5. Un generador lineal de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los elementos comprenden unas partículas individuales, tal como pequeños cojinetes de bolas o cristales de hierro, incrustadas dentro de un material de plástico.
- 30 6. Un generador lineal de acuerdo con la reivindicación 3, en el que cada uno de un número o la totalidad de los elementos individuales que comprenden, o incluidos dentro de, el manguito, se conecta por medios conductores a unos medios de conmutación comunes que permiten la conexión de una proporción seleccionada, o la totalidad de los mismos, entre sí y de este modo la circulación controlada de las corrientes de Foucault.
- 35 7. Un generador lineal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la longitud del manguito, en su mínimo, supera la longitud longitudinal de la armadura en una medida suficiente para garantizar que se proporciona sustancialmente el mismo grado de protección frente a la desmagnetización inducida de los imanes de trasladador por la presencia del manguito a los imanes expuestos en cada extremo de la armadura, que a los que se encuentran en el centro de la misma.
- 40

Fig.1.

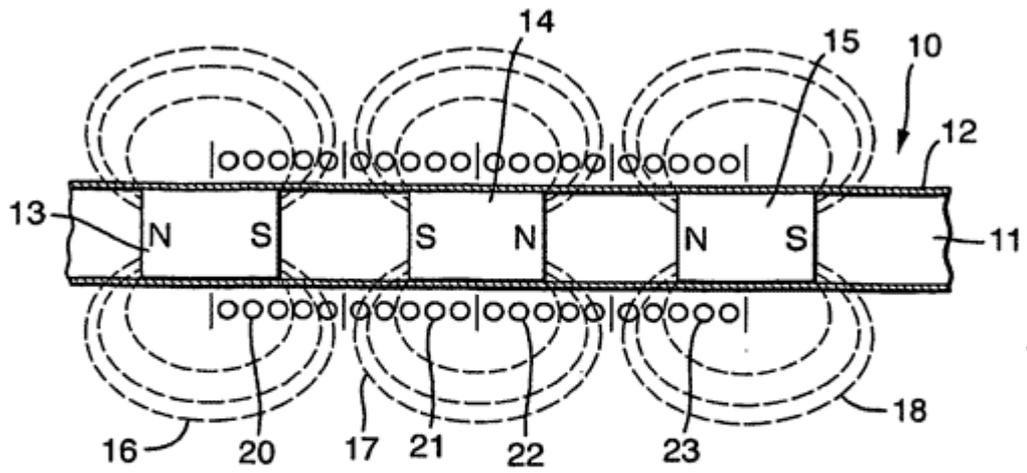


Fig.2.

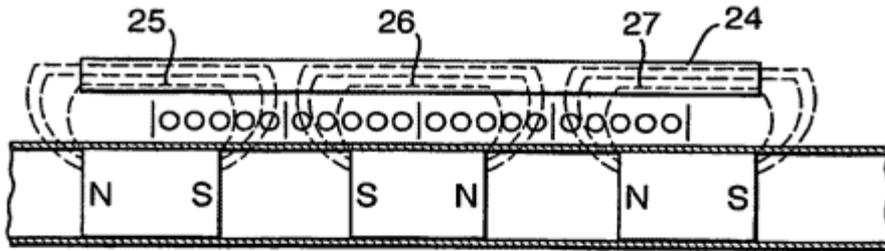
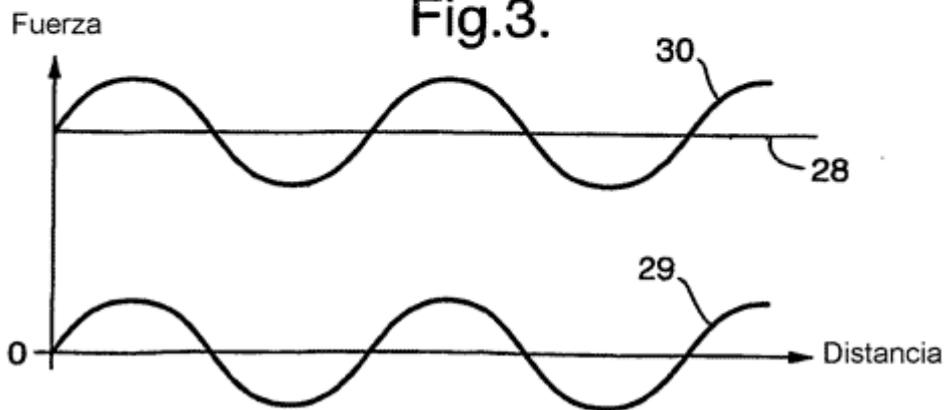


Fig.3.



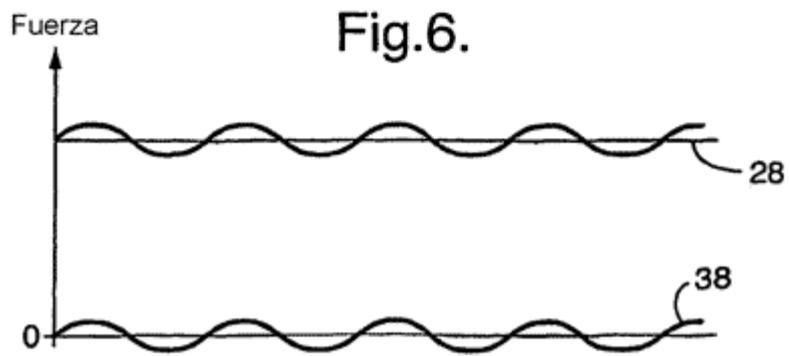
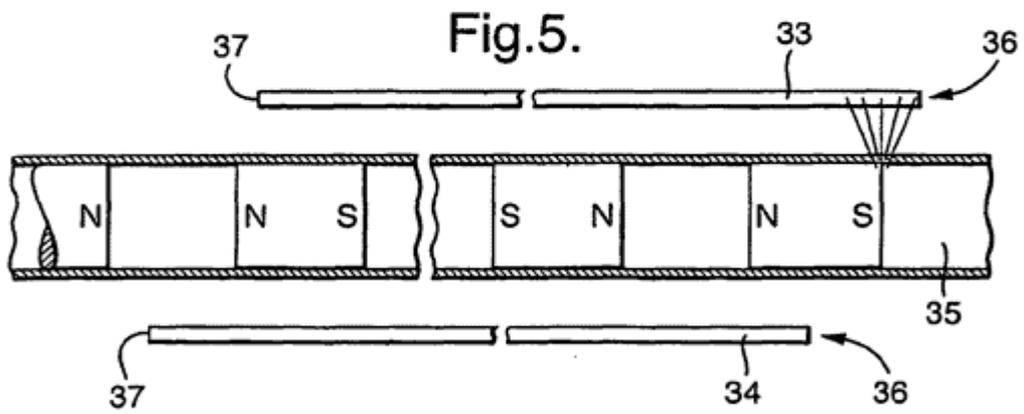
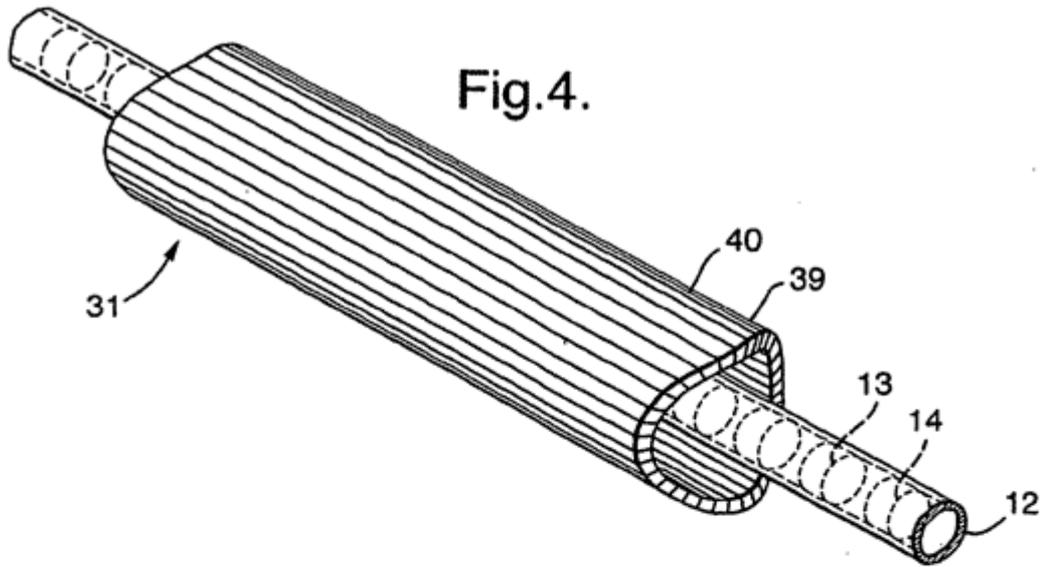


Fig.7.

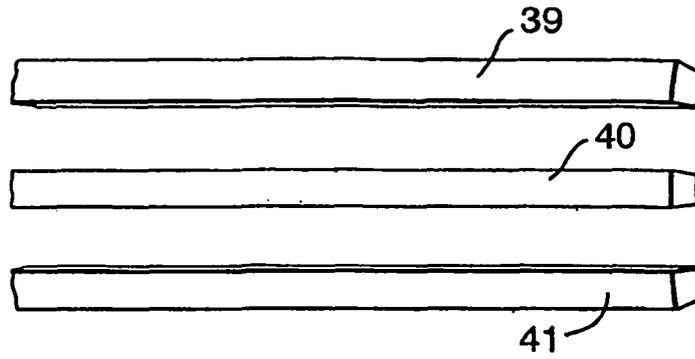


Fig.8.

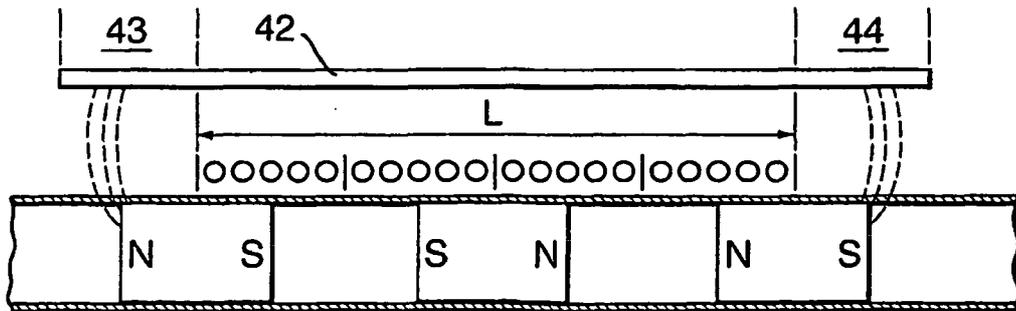


Fig.9.

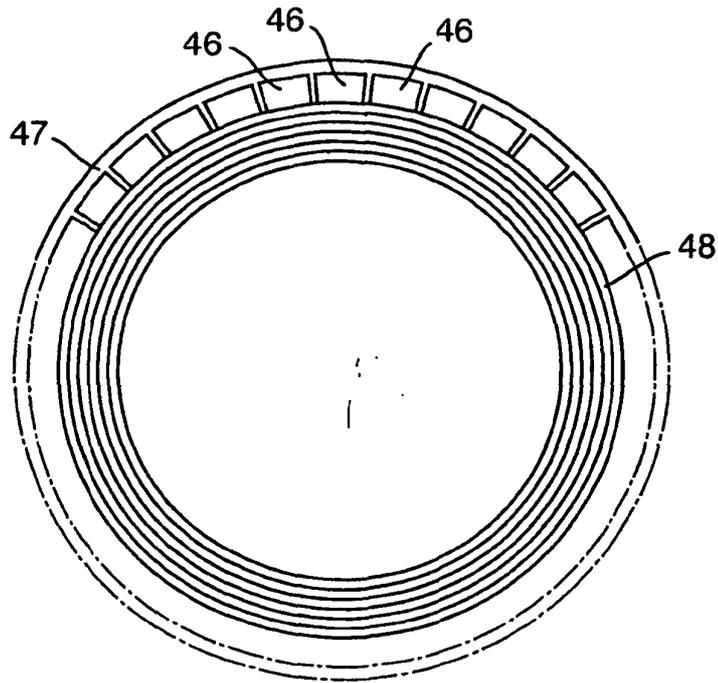


Fig.10.

