

279189

P. 23.004.-

Nº 58.376

Case U.S.-Serial Nº 131.286



15 DIC 1962

279189

15 DIC. 1962

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E   D E   I N V E N C I O N

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de DUNCAN ELECTRIC COMPANY, INC., entidad norteamericana, establecida en La Fayette, Indiana, Estados Unidos de América, por:

"UN DISPOSITIVO DE SUSPENSION MAGNETICA PARA UN ROTOR"

En varios tipos de aparatos hay árboles que deben girar con una pequeñísima magnitud de rozamiento, a menudo con la necesidad de permanecer estables durante años. Un ejemplo corriente lo constituye el vatímetro (el familiar "contador eléctrico" del hogar). Otro ejemplo es el giróscopo. En el pasado se han ideado diversas estructuras para reducir el arrastre por fricción o rozamiento sobre el árbol de tales estructuras. Una de éstas, especialmente adecuado cuando el árbol es esencialmente vertical, consiste en suspenderlo magnéticamente de modo que el peso del ro-

5

10

279189 15



tor no se apoye en un cojinete de empuje axial, que tiene su correspondiente arrastre o freno de rozamiento y el riesgo de que éste aumente debido a la suciedad o al desgaste. Aun cuando tales suspensiones magnéticas se han venido utilizando con éxito, se hallan sujetas a reconocidos defectos.

En teoría ligera, un soporte o una suspensión magnética parecería ideal para reducir el arrastre (disminución de velocidad) por rozamiento de los soportes del árbol. - Examinándola con más cuidado, la teoría tiene inconvenientes. Uno es la falta de estabilidad lateral. Si el rotor se descentra ligeramente, hay un empuje lateral magnético, como consecuencia. Esto hace necesario un cojinete de centraje que, a su vez, vuelve a introducir arrastre rotatorio del árbol, problemas de desgaste, etc. Asimismo, las suspensiones magnéticas ya conocidas vienen siendo o han sido demasiado delicadas o "blandas". Un cambio de posición puede modificar la aplicación de fuerzas al disco medidor, afectando así a la exactitud de trabajo del aparato de medida. En una suspensión "blanda", una minúscula variación de intensidad magnética produce un cambio de posición relativamente grande. Asimismo, en la práctica, se vienen produciendo otros defectos, tales como los de sensibilidad a los cambios de temperatura y a los campos magnéticos externos. Asimismo, si ambos campos magnéticos tienen una desigualdad cualquiera en la intensidad en torno a sus ejes, esto actuará en el sentido de producir fuerzas de enclave o retención no deseadas, haciendo que el árbol busque una particular posición angular y se resista a la iniciación de la rotación.

Es objeto de la presente invención una estructura para aparatos eléctricos de medida o similares, con la que se

279189

150



mejorarán los problemas planteados y con que se tropiezan  
en el empleo de los dispositivos y métodos ya conocidos. Ha-  
ciendo uso de esta invención, el árbol está soportado de ma-  
nera estable, y el empuje lateral de descentraje introduci-  
do por los campos magnéticos del soporte, cuando otras fuer-  
zas ocasionan un descentraje secundario, es relativamente  
reducido. Como consecuencia, la extensión en que los coji-  
netes de centraje deben sostener el cojinete del árbol se  
aminora, con la correspondiente reducción de desgaste y  
arrastre por rozamiento en los cojinetes del árbol. De he-  
cho, el soporte de repulsión con arreglo a una forma de  
nuestra invención está diseñado de modo que resiste aquel  
desplazamiento lateral del árbol que pueda ser introducido  
por otros factores. Asimismo, a consecuencia de este dise-  
ño, y de la naturaleza altamente estable del material magné-  
tico, especialmente tal como es utilizado, las influencias  
externas tienen un efecto sorprendentemente pequeño.

Todo esto se logra con una suspensión magnética del  
tipo de repulsión, que tiene la ventaja inherente de expul-  
sar magnéticamente toda "suciedad magnética" que se recoge-  
ría en el entrehierro o intervalo de una suspensión magné-  
tica del tipo de polos atrayentes.

La presente invención proporciona una suspensión mag-  
nética para un rotor giratorio en torno a un eje dado, la  
cual incluye un par de imanes permanentes hechos de un ma-  
terial de gran fuerza coercitiva, uno que va en el rotor  
y el otro fijo, teniendo cada uno de ellos una cara polar anu-  
lar que rodea a dicho eje, directamente opuesta y dando  
frente a la cara polar semejante del otro, y teniendo cada  
uno de ellos una segunda cara polar directamente opuesta y



dando frente a la segunda cara polar semejante del otro, siendo dichas caras polares aproximadamente de la misma área y separando en cada imán sus caras polares un surco de sólo unos 3 mm; estando dichos imanes magnetizados de modo semejante para dar repulsión.

La presente invención proporciona asimismo el método de magnetizar un imán permanente que tiene dos caras polares ligeramente distanciadas en sentido anular, método que comprende: la etapa de colocar cara a cara con el mismo un electroimán que tiene dos caras polares magnetizantes adaptadas a las del imán permanente y una bobina de excitación en sentido esencialmente anular entre las dos caras polares magnetizantes, y extendiéndose la bobina de excitación del electroimán esencialmente hasta el plano o proyección de las caras del imán permanente, y la de hacer pasar una corriente de descarga instantánea de fuerte intensidad a través de dicha bobina, recorriéndola.

Otros objetos y ventajas de la presente invención se irán desprendiendo de la descripción que sigue tomada en unión de los dibujos adjuntos en los cuales:

- la figura 1 es un alzado en sección de una parte de un vatiorímetro realizado conforme a nuestra invención;

- la figura 2 es principalmente una vista de las caras de un imán, siendo asimismo una sección por la línea 2-2 de la fig. 1;

- las figuras 3 y 4 son una secciones verticales de formas de construcción modificadas;

- la figura 5 es una vista en sección de un dispositivo para magnetizar el imán montado sobre árbol de la figura 1;

279189 15<sup>o</sup>



- la figura 6 es una sección vertical de una forma alternativa de aparato para magnetizar los imanes de las figs. 1 y 3;

5 - la figura 7 es una sección horizontal tomada por la línea 7-7 de la fig. 5;

- la figura 8 es una sección del aparato para magnetizar el imán de árbol de la fig. 4; y

la figura 9 es una vista en sección de un aparato para magnetizar el imán de anillo de la fig. 4.

10

#### Descripción general

Aun cuando la exposición que antecede, ofrecida para la divulgación pública, es lo bastante detallada para asegurar su idoneidad y facilitar la comprensión, no se tiene el propósito de perjudicar aquel fin de una patente que consiste en cubrir o abarcar cada nuevo concepto inventivo, no importa como puedan otros más tarde disfrazarlo con variaciones de forma o adiciones o nuevos perfeccionamientos. Las reivindicaciones que siguen tienden como principal objeto a este fin, pues son ellas las que satisfacen el requisito de señalar las partes, perfeccionamientos o combinaciones en que residen los conceptos inventivos.

25 Con referencia a las figs. 1 y 2, se ilustra en ellas una parte de un contador de energía eléctrica, o vatímetro, que posee un bastidor designado en general con el número 10 y un árbol vertical giratorio 11 en general, que lleva un disco 11'. Los elementos asociados del instrumento, tales como los imanes impulsores y los retardadores, son ya bien conocidos pero no se representan. Su estructura y sus relaciones con el dispositivo ilustrado serán comprendidas

30

27918915 D



por las personas entendidas en la materia.

El extremo superior del árbol 11 va guiado por un pasador 16 que corre en un cojinete de grafito 24. El peso del árbol viene suspendido por repulsión magnética entre los imanes 30 y 35, yendo el imán de rotor 30 fijo al árbol 11, y el imán de estator 35 fijo en el soporte o espiga 13.

Los imanes 30 y 35 son esencialmente idénticos. Conforme a la presente invención, sus cuatro caras polares de imán permanente miran todas en sentido axial, están muy juntas y son de la misma área, estando los polos semejantes directamente opuestos entre sí. De ese modo, las caras polares externas 38 y 41 (de la misma polaridad) son de la misma área que las caras polares internas 39 y 42, y los surcos o espacios 40 y 43 situados cada uno entre las dos caras polares de un imán son muy estrechos, de hecho más estrechos, en la forma ilustrada, que una u otra de las caras polares. Con esta disposición y una adecuada magnetización que soporte el elemento rotatorio con el entrehierro que se indica entre los imanes 30 y 35 (de alrededor de 1,27 mm) se obtiene una suspensión muy rígida y en la que el empuje lateral magnético resultante de minúsculos desplazamientos es pequeñísimo. Durante el funcionamiento normal, el pasador 19 y el aro de grafito 23 (que asienta con ajuste ligero o suave de movimiento con el pasador 19) confinan el movimiento lateral del imán 30 limitándolo a tan minúsculos desplazamientos que el empuje lateral magnético es extremadamente reducido.

#### Descripción detallada

El bastidor 10 (del cual se representan solamente unas

27918915



protuberancias sobresalientes) lleva una espiga superior 12 de montura, y una espiga inferior 13 de montura. Cada una de las espigas es de sección recta circular, en sentido transverso. Van recibidas en unas aberturas adecuadas de las protuberancias 10 del bastidor, y sujetas en posición por tornillos 14. La espiga 12 tiene un ánima o cavidad axial 15 de configuración cilíndrica, con un pequeño pasador de centraje 16 que se extiende a lo largo del eje del ánima. El pasador 16 está sujeto en posición por un tapón 17 fundido en coquilla. De igual modo, la espiga 13 tiene un ánima o cavidad 18 y un pasador de centraje 19 a lo largo de su eje, pasador que está sujeto en posición por un tapón 20. Los pasadores 16 y 19 se hallan centrados con exactitud en virtud de mantenerse o centrados mientras se funden en coquilla los tapones 17 y 20.

A cada extremo del árbol 11 hay unas cavidades 22 y 23, respectivamente. Las cavidades 22 y 23 son de forma cilíndrica, con sus ejes de cilindro en coincidencia con el eje del árbol 11. A un extremo del árbol 11, en la boca de la cavidad 22, hay fijado un cojinete de grafito 24 cuya abertura está alineada con el eje del árbol 11, y en esta abertura se apoya a rotación el pasador 16. Al extremo opuesto del árbol 11, en la boca de la cavidad 23, va fijado un cojinete correspondiente 25.

Cerca del extremo inferior del árbol 11 hay un tramo moleteado 27 en cooperación, para asegurar la adecuada colocación en posición del imán 30. Mientras el imán rotórico 30 se sostiene exactamente centrado en el árbol 11, se hace la colada a coquilla en su sitio del metal 29 de fijación. Alternativamente, como se indica en la fig. 3, el imán 30



puede ir pegado a un collar 29 con el cual se asegura el centraje mediante partes de mutuo ajuste, y el cual se ciñe estrechamente al árbol siendo apretado en el mismo mediante tornillos de presión.

5 El imán inferior 35 va unido a la espiga 13 por medio de un metal 36 fundido en coquilla, que puede aplicarse al mismo tiempo que el tapón 20.

10 Los imanes 30 y 35, como se ha dicho, son idénticos, El imán 35 incluye una cara polar anular 38 y una cara polar anular interna 39. Como se ilustra, las dos caras polares van separadas por un surco 40. De igual modo, el imán 30 tiene una cara polar externa 41 y una cara polar anular interna 42 separadas por un surco 43. Los surcos 40 y 43 tienen utilidad, pero no son siempre esenciales. Como se observará en las figs. 1 y 2, las caras polares 39 y 42 son más anchas que las caras polares 38 y 41. Esto se hace así para que el área de las caras polares 39 y 42 sea aproximadamente igual al área de las caras polares 38 y 41, respectivamente.

20 Aun cuando con una aproximada igualdad de áreas se obtienen los mejores resultados, la perfección no es esencial. Ahora bien, toda divergencia respecto de la igualdad de áreas se considera perjudicial u origen de desperdicio. Con una diferencia de áreas, entre las caras polares externas y las internas respectivas, superior a un 40% aproximadamente, los incrementos de metal que excedan en el polo más grande estarán funcionando principalmente en el inferior modo de los imanes unipolares.

30 Los imanes 30 y 35 se magnetizan de manera que las caras polares externas 41 y 38 sean de la misma polaridad,



y las caras polares internas 42 y 39 sean ambas de la polaridad contraria. En la forma de realización ilustrada, las primeras se designan de polaridad norte, mientras las últimas se designan de polaridad sur. Ahora bien, estas polaridades podrían invertirse sin que ello tenga importancia, según el criterio del fabricante. El uso de las designaciones "N" y "S" en el dibujo no tiene más objeto que el de ilustrar la polaridad relativa de las dos caras polares. Se tiene la intención de que los imanes 30 y 35 tengan la misma intensidad relativa en todos los ángulos de rotación en torno al eje del árbol 11. Así, el campo magnético en torno a uno u otro cualquiera de los imanes es en líneas generales el de un semitoroide, con el plano de las caras polares 41 y 42, por ejemplo, bisecando aproximadamente el toroide, y normales al eje en torno al cual se formó el toroide. Los pasadores 16 y 19 que se han utilizado son de 0,48 mm de diámetro. Debido a lo pequeño de su tamaño, carga de apoyo nula o muy pequeña y a estar apoyados a rotación en los cojinetes de grafito 24 y 25, el arrastre de fricción al girar el árbol 11 es extremadamente pequeño. Durante el funcionamiento normal, estos pasadores resisten todo empuje lateral, de modo que el desplazamiento lateral es extremadamente pequeño. Sin embargo, la estructura queda adecuadamente protegida de otra manera contra daños por choques, tales como los que pueden ocurrir durante el transporte. Así, con los extremos del árbol 11 recibidos en las cavidades 15 y 18, el árbol queda así frenado contra un excesivo movimiento lateral.

Existe asimismo protección contra un excesivo desplazamiento axial, que de otro modo podría llegar a producirse



en el transporte. Así, los pasadores 16 y 19 tienen una holgura o distancia de separación adecuadamente pequeña, tal como de 0,25 a 0,38 mm. respecto a los extremos de las cavidades 22 y 23. Esta última puede obtenerse por medio de la introducción de un cojinete de tope extremo, que disipe los temores de aquellos compradores que saben que hasta ahora se han necesitado tales topes extremos y puedan no tener confianza al principio en el grado excepcional de insensibilidad a los cambios de temperatura que aquí se logra.

#### Dispositivo y método de magnetización

En la fig. 5 se ilustra un dispositivo para magnetizar el imán 30. Incluye un bastidor designado en general con el número 48, que tiene un brazo superior 49 y un brazo de base 50. Como brazo de base 50 se monta un electroimán 41 en general. Este incluye un núcleo 52 de material magnético "dulce", cuya parte superior es de forma anular y define una cara polar anular 53. Una caja 54 de material magnético dulce rodea al núcleo 52 y define una cara polar anular 55. Las caras polares 53 y 55 se hallan en un plano común y están separados por un entrehierro 56. La configuración de las caras polares 55 y 53 corresponde a la configuración de las caras polares 41 y 42, respectivamente. Entre el núcleo 52 y la caja 54, en el entrehierro 56 (en la forma de ejecución ilustrada), están los devanados de una bobina 57 excitada por medio de un par de hilos 58. La parte saliente del árbol 11, inmediatamente debajo de la cara polar 42, asienta ajustando ceñidamente en el ánima 59 del núcleo 52, para centrar las caras de los imanes 41 y 42 con las caras correspondientes 53 y 55 del magnetizador.

279138 15D



5 En relación con esto puede observarse que la provi-  
sión de los surcos 40, 43 es muy conveniente, para reducir  
la necesidad de un centrado extremadamente preciso de las  
caras polares del imán sobre las caras polares del magne-  
tizador. Según se ha visto, puede tolerarse, con los sur-  
cos 40 y 43 preparados, que el ánima 59 sea de un diámetro  
0,05 mm mayor que el diámetro de la parte del árbol 11 que  
ajusta dentro. El límite no ha sido determinado.

10 Es importante asimismo que los devanados de la bobina  
57 se extiendan muy próximos al plano de las caras pola-  
res 53 y 55 del magnetizador. De igual modo, la bobina ha  
de estar concentrada muy cerca o junto a esta área, de modo  
que en dicha área se encuentre gran parte del número total  
de amperiovueltas. Asimismo se ha visto que es posible sa-  
15 turar los imanes permanentes utilizando de 11.000 a 12.000  
amperiovueltas en una bobina que se extiende de 0,127 a 3,8  
mm a partir del plano de las caras. Las espiras de la bo-  
bina han de estar firmemente adheridas entre sí, por ejemplo,  
por la goma laca de alta temperatura que se emplee también  
20 como recubrimiento aislante del hilo.

25 Con la contribución de estos diversos factores, según  
se ha visto, pueden fabricarse imanes de excepcionalmente  
alta uniformidad magnética en torno al eje, y muy aproxima-  
damente con la máxima intensidad de campo en cara polar de  
que un imán dado es capaz.

#### Desmagnetización de estabilización

30 Como se sabe, en relación con los imanes en general,  
después de magnetizados han de someterse a una desmagneti-  
zación parcial con fines de estabilización. Esto, en el caso

279189

5 D1



de los imanes representados e ilustrados, puede efectuarse de manera usual como, por ejemplo, introduciéndolos en un campo alterno de intensidad constante y retirándolos luego de éste.

5 De preferencia, los hilos 58 se conectan a un manantial de corriente de descarga instantánea como, por ejemplo, una corriente de gran intensidad y breve duración. Tales dispositivos son ya conocidos en el ramo, y su corriente puede derivarse de la descarga de un condensador. El imán a excitar, por ejemplo, el imán 30, se coloca en posición en el electroimán. Por la bobina 57 se hace pasar una descarga instantánea de corriente magnetizante muy intensa, que  
10 lleva el imán a la saturación. Acto seguido, si la estabilización ha de realizarse en el mismo dispositivo, se hace pasar por la bobina 57 una corriente desmagnetizante, que  
15 puede ser de polaridad inversa, u oscilatoria, de una intensidad mucho menor, para desmagnetizar parcialmente y estabilizar el imán. El magnetismo residual de los dos imanes ha de ser tal que soporte el peso deseado con la distancia  
20 axil deseada entre las caras correspondientes (por ejemplo, las caras 38 y 41) de los imanes cuando están en uso. En una forma específica particular de realización, las intensidades de los campos magnéticos (y de la corriente desmagnetizante) necesarias para lograr esta separación con bastante exactitud puede determinarse fácilmente de modo empírico. Asimismo, puede preverse un dispositivo especial de desmagnetización para un incremento final de desmagnetización, aumentándose progresivamente la intensidad de los  
25 impulsos sucesivamente espaciados, hasta que se alcanza el valor exacto deseado para el flujo residual.  
30



### Desmagnetización con compensación

El plano definido por las caras polares 38 y 39 y el de las caras polares 41 y 42 han de ser paralelos entre sí y normales al eje del árbol 11. Para obtener la ventaja de reducir operaciones costosas de manufactura, puede tropezarse con algunos errores minúsculos. Para reducir al mínimo el efecto de éstos, puede emplearse el siguiente nuevo método para magnetizar y estabilizar el imán 30.

Con referencia a la fig. 5, hay en el brazo 49 un tapón 63 que lleva un pasador 64 que puede ser recibido en el cojinete 24 (fig. 1) del árbol 11. El tapón 63 está montado en el brazo 49 de modo que puede moverse verticalmente con respecto al brazo. El pasador 64 y el ánima o taladro 59 están situados de modo que sus ejes son coincidentes y con gran exactitud normales al plano definido por las caras polares 53 y 55. En otros términos, las caras 53 y 55 están formadas con precisión como superficies de revolución, en torno al eje del pasador 64 y del ánima 59. Al ser introducidos por primera vez el imán 30 y el árbol 11 en el dispositivo, se levanta el tapón 63 de modo que el pasador 64 no entra en el cojinete del extremo superior del árbol 11. Si el eje del árbol 11 no es normal al plano de las caras polares 41 y 42, el árbol 11 quedará ladeado hacia un costado como se indica con líneas de trazo interrumpido en 11". El imán 30 adoptará una posición en la cual las caras polares 41 y 42 se hallan en pleno contacto de cara con cara, con las caras polares 55 y 53. Entonces se hace pasar por la bobina 57 la corriente magnetizante inicial. Después de la magnetización inicial del imán, se pasa el árbol 11 a una posición en la cual el pasador 64 entrará en el cojine-



te de la parte superior del árbol. En producción, probablemente habrá preparado un dispositivo más rápido o más automático para centrar el árbol según su propio eje. En todo caso, el árbol 11 se mantiene ahora en la posición ilustrada con líneas llenas en la figura 5. Si bien el movimiento necesario en el árbol 11 para lograr esta recolocación puede ser muy pequeño, si es lo bastante importante o apreciable dará lugar a cierta pérdida del contacto de cara con cara entre las caras polares del electroimán magnetizante 41 y las caras polares del imán 30. Con el árbol 11 sujeto en la posición de línea llena, se hace pasar ahora la corriente desmagnetizante por la bobina 57. Las áreas del imán 30 que se hallan en completo contacto con los polos del electroimán 41 se desmagnetizarán en la magnitud máxima. Según el entrehierro que haya entre otras partes de las caras polares 41 y 42 con respecto a las caras polares 55 y 53, respectivamente, se producirá la desmagnetización en menor proporción. Cuanto mayor sea el entrehierro, menor será la magnitud de desmagnetización de esa parte del imán 30. Así, cuando el árbol con su imán se monten de la manera ilustrada en la fig. 1, en la extensión en que exista un ladeo del imán 30 sobre el árbol 11, con un lado del imán 30 más próximo al imán 35 que el opuesto, el primer lado del imán 30 (el más próximo) tendrá menor magnetismo residual. El mayor magnetismo residual en el área de máxima separación tenderá a compensar esta mayor separación, resultando de ello una casi igualdad del campo magnético según un plano perpendicular.

Aun cuando se dispone, si es preciso, de esta desmagnetización compensadora, la experiencia presente indica que

279189

15



en producción es posible lograr un montaje suficientemente exacto de los imanes 30 y 35 de modo que no hará falta.

#### Magnetizador para imanes sin árbol

5            En la fig. 5, el imán 30 se centraba asentando su árbol 11 con ajuste en el ánima 59.

La fig. 6 ilustra una forma de construcción adecuada para magnetizar imanes que no vayan montados en árboles. La construcción de la parte del electroimán es similar a  
10            la de la fig. 5, con la excepción de que en lugar de tener un ánima 59 en cuyo interior se extiende un árbol, está provisto de un fiador de centrado 65 que ajusta estrechamente en el ánima o abertura central del imán a magnetizar.

#### Limpieza de los magnetizadores con aire

15

De preferencia, los núcleos magnéticos 52 están provistos de ranuras 66 a lo largo de sus caras cilíndricas, ranuras que se extienden en sentido axial como se ve mejor en las figs. 5 y 6. A través de estas ranuras pueden exten-  
20            derse los conductores de conexión de la bobina (entradas o salidas). Como se ve en la fig. 7, puede haber varias de estas ramuras repartidas en torno al núcleo 52. De preferencia, estas ranuras comunican con una manga o tubería flexible 66' para suministrar aire comprimido. Este aire  
25            contribuirá a mantener limpias las caras polares del magnetizador, soplando hasta más allá del exterior de la bobina 57, que está firmemente montada en el núcleo 52 pero tiene una pequeña holgura o separación respecto a la envoltura 54.



Suspensión magnética con centrado de repulsión

La fig. 4 ilustra la parte inferior de un árbol 67 correspondiente en general al árbol 11. El extremo superior del árbol 67 (no representado) podría montarse en una estructura de cojinete correspondiente a la montura superior del árbol 11. De la parte inferior del árbol 67 sobresale un pasador 68 que puede ser bastante rígido. Es más corto y puede ser de mayor diámetro que los pasadores 16 y 19. El pasador 68 se extiende entrando en una cavidad 69 de un bloque de apoyo 70. El bloque de apoyo 70 se montaría en un bastidor adecuado tal como el 10 de la fig. 1.

Por encima de la cavidad 69 hay una cavidad agrandada 71 al fondo de la cual se asienta un cojinete de grafito 72. El cojinete de grafito 72 tiene una abertura axial 73 en la que recibe con bastante holgura el pasador 68. Rodeando el extremo inferior del árbol 67 hay un imán de apoyo o suspensión 74 que puede ser idéntico al imán 35 de la fig. 1. El imán 74 tiene una cara polar anular 75 externa y una cara polar anular interna 76, correspondientes a las caras polares 38 y 39, respectivamente. Las dos caras polares 75 y 76 pueden estar separadas por un surco 77.

El imán rotórico 82 va asegurado en torno a un tramo moleteado 80 del árbol 67 por medio de la parte metálica 81 colada a coquilla "in situ". El cuerpo del imán 82 es de forma cilíndrica, su plano inferior está provisto de una cara polar anular externa 83 y una cara polar anular interna 84 que pueden ir separadas por un surco 85. La forma y el tamaño de las caras polares 83 y 84 corresponden a los de las caras polares 75 y 76.

En torno a la periferia del cuerpo de imán 82, junto

279189

15 DIO



5 al extremo superior del mismo, hay un par de caras polares  
circunferenciales 87 y 88, que pueden estar separadas por  
un surco 89. Un imán anular 90 tiene un par de caras pola-  
res circunferenciales internas 91 y 92 separadas por un sur-  
co 93.

10 Las caras polares 87 y 91 son de una misma polari-  
dad, en tanto que las caras polares 88 y 92 son de la pola-  
ridad opuesta. Así, el campo magnético entre el imán superior  
del cuerpo 82 y el imán anular 90 es tal que estos imanes ac-  
túan repeliéndose entre sí, y servirán para centrar el árbol 67  
en coincidencia con el eje vertical de las caras polares 91  
y 92. Las caras polares 83 y 75 son también de una misma po-  
laridad, siendo las caras polares 76 y 84 de la polaridad  
opuesta. Así, la porción magnética inferior del cuerpo de  
15 imán 82 estará soportada por la fuerza magnética de repul-  
sión entre dicho cuerpo de imán y el imán 74. Si las fuer-  
zas aplicadas al elemento giratorio del cual forma parte el  
eje 67 son bastante ligeras o están bien equilibradas en  
cuanto a fuerzas laterales sobre el eje 67, el pasador 68  
20 probablemente nunca tocará al cojinete 72 durante el fun-  
cionamiento normal, y el rozamiento ordinario será nulo.  
Iguales resultados se esperan con un solo par de ima-  
nes encajados, con caras de forma cónica. Así, cada imán ha  
de tener sus dos caras en una superficie de revolución que  
25 sería generada por una línea oblicua al eje y en torno a  
éste. El surco entre polos de un imán habría de estar des-  
plazado respecto al otro a lo largo de un cono perpendicu-  
lar a los conos de las caras. El imán externo puede tener  
su cara interna prolongada o extendida al mismo diámetro  
30 interior que la cara interna oponente, y su cara externa

27918\*

15 DIC



extendida hasta el plano horizontal del diámetro externo del polo externo opoente.

5 El imán de estator 74 puede ser magnetizado en el electroimán tal como el ilustrado en la fig. 5. Las figs. 8 y 9 respectivamente ilustran los dispositivos para magnetizar el cuerpo de imán 82 y el imán anular 90. Con referencia a la fig. 8, se dispone un núcleo anular 95 de material magnético dulce que lleva una ranura para recibir los devanados o arrollamientos eléctricos 96. Al propio tiempo, la ranura que contiene el devanado 96 define un par de caras polares circunferenciales 97 y 98. A lados opuestos del núcleo 95 hay colocados dos anillos 99 y 100. Los anillos 99 y 100 están hechos de un material conductor de la electricidad y no magnético, tal como el cobre.

15 La cara inferior del cuerpo de imán 82 es magnetizada por medio de un electroimán que incluye un núcleo 102 dotado en su cara superior de una ranura para recibir el devanado 103. La ranura que recibe el devanado 103, en unión de la abertura axial 104, definen unas caras polares anulares 105 y 106 en yuxtaposición a las caras polares 83 y 84, respectivamente. Los arrollamientos o bobinas 96 y 103 van adecuadamente conectados a un manantial 107 de corriente de descarga instantánea tal como el empleado para excitar la bobina 57 en la forma de realización de la fig. 5. Como en la forma de realización de la fig. 5, las bobinas 96 y 103 son excitadas primero con una corriente de impulsos relativamente intensa de una polaridad, para magnetizar el cuerpo de imán 82 a la saturación. Después se puede hacer pasar por las bobinas 96 y 103 una corriente de impulso más pequeña, de polaridad inversa, para desmag-

279189

15 Dic



netizar parcialmente el cuerpo de imán. Las bobinas 96 y 103 se han representado conectadas en serie para indicar que se excitan exactamente al mismo tiempo, de modo que ninguna de ellas afecte adversamente al imán que magnetiza la otra.

La fig. 9 representa al dispositivo para magnetizar el imán 90. Un núcleo cilíndrico en general 109 tiene una ranura en la que recibe un devanado 110. La ranura en cuyo interior está situado el devanado 110 define un par de caras polares periféricas 111 y 112 correspondientes en general a las caras polares 91 y 92 del imán 90. En lados opuestos del núcleo 109 hay situados dos discos cilíndricos de cobre 103 y 104. El devanado 110 está conectado al manantial de corriente de descarga instantánea 107. Inicialmente se excita con una corriente relativamente intensa para saturar el imán 90. A continuación, puede ser excitado con una corriente algo inferior y de polaridad opuesta para desmagnetizar parcialmente el imán 90.

#### Consideraciones magnéticas

Para lograr los objetos de la presente invención con la máxima ventaja es importante, como se ha hecho notar, que la anchura de los surcos 40 y 43 (medida a lo largo de una línea radial) sea muy pequeña. La dimensión apropiada para obtener resultados óptimos puede variar, pero resulta ahora que, para lograr con seguridad estos resultados, la anchura del intervalo o hueco 40, 43 no ha de exceder de 3 mm, y se cree que esa magnitud habría de ser de dimensión inferior a las que se dan más adelante. Los imanes 30 y 35 más convenientemente ensayados hasta el momento tienen un diámetro general de 14,33 mm y un diámetro interior de 3,97

279189 25 DIC.



mm, siendo de 1,09 mm la anchura del surco 40 y 43, medida a lo largo de un radio. La cara polar 39 tiene una dimensión radial de 2,72 mm, y la cara polar 38 tiene una dimensión radial de 1,37 mm. Los imanes, medidos a lo largo del eje geométrico del árbol 11, pueden ser de 4,75 mm de espesor. Los imanes pueden hacerse de uno de los materiales ya conocidos en el ramo para formar imanes permanentes de gran fuerza coercitiva, tales como una de las aleaciones puestas en el mercado bajo la designación registrada de ALNICO. Ha de emplearse un material de fuerza coercitiva elevadísima (al menos de 650 oersteds). En la actualidad se prefiere un preparado moldeado de Alnico VII en polvo aglutinado con una resina termoc estable de elevada temperatura de deformación por el calor. Aun cuando la suspensión magnetizada de la fig. 4 no ha sido construída todavía, la pequeña del empuje lateral magnético que resulta con una suspensión del tipo de la fig. 1 sugiere que la fig. 4 puede lograr una completa estabilidad magnética, aun cuando eso haya parecido imposible hasta ahora. Al menos, se logrará al parecer con ella una condición de mínimo empuje lateral magnético producido por una minúscula excentricidad, y si es esto todo lo que se logra con ella habrá de tener el mismo tipo de pasador de centraje que en la fig. 1. Los surcos 89 y 93 tampoco han de tener más de 3 mm de anchura (dimensión axial) y de preferencia han de ser lo más pequeños que resulte práctico; por ejemplo, de 1 mm.

La forma de la invención de la fig. 1 ha resultado extraordinariamente satisfactoria para sostener elementos giratorios de 16 gramos, tales como rotores de instrumentos monofásicos. Con elementos de 32 gramos ( 2 discos ), un



279189

desplazamiento excéntrico minúsculo desarrolla un empuje lateral magnético mayor, pero todavía bien dentro de límites tolerables, y la suspensión es también satisfactoria para este rotor más pesado. De hecho, éste es el primer uso comercial planeado.

5

Es importante mantener pequeño el diámetro exterior de los imanes. En parte esto es conveniente por razones de economía y reducción de volumen. Además, así se acorta el brazo de par de toda fuerza resultante de falta de perfección en la uniformidad, lográndose con ello que esta falta de uniformidad sea menos recusable que si el brazo de par fuera más largo, o tuviera mayor brazo de palanca. En lo posible, el diámetro exterior de los imanes ha de conservarse al menos de sólo un par de centímetros. Cuando se necesite mayor fuerza portante o de elevación, sería mejor emplear más pares de imanes, separados en sentido axial, que utilizar un solo par de imanes de mayor diámetro.

10

15

El diámetro exterior se mantiene al mínimo dándole la misma área a ambas caras polares de un mismo imán, y manteniendo el surco separador pequeño, medido a lo largo de un radio; siendo ambos factores convenientes también por otras razones. Al hablar de resinas de alta temperatura de deformación se quiere dar a entender una que resista al menos 121°C sin ser deformada apreciablemente por la aplicación de una fuerza moderada. Por ejemplo, una fuerza de 2,27 kg aplicada por medio de una bola de 1,6 mm de diámetro no ha de dejar una huella o depresión mayor de 2,56 mm.

20

25

Es importante que la desmagnetización estabilizadora sea de un grado tal que cuando los imanes sean llevados a la más estrecha proximidad permitida por las dimensiones fi-

30

279189

50



sicas de las piezas, no sufran nuevo efecto desmagnetizador permanente. En la actualidad, se utiliza un campo de magnetizante de alrededor de 700 oersteds, e incluso el contacto de cara con cara de los imanes no tendría nuevo efecto, aunque este contacto se previene. La desmagnetización determinara asimismo la longitud del entrehierro axial entre imanes cuando se sostiene una carga dada. En la actualidad se utiliza un entrehierro axial de alrededor de 1,27 mm con un peso total de rotor de 35 gramos (incluido el imán del rotor). Para un rotor de 18 gramos se prevén aproximadamente de 1,52 a 1,65 mm, utilizando imanes más pequeños. Como se observará, estos entrehierros axiales tienen una longitud mayor que la anchura del surco que separa las caras de los imanes, en una proporción importante. También se ha utilizado un entrehierro ligeramente más corto que la anchura del surco, pero el empuje lateral relativo era creciente, y mucho menos que esto había de ser evitado en experiencia. En otros términos, el entrehierro axial ha de ser al menos del orden de aproximadamente igual a la anchura del surco (o a la separación de las caras polares, si no hay surco).

Aun cuando se ha hecho mención de que la separación de los diversos polos magnéticos no ha de ser mayor de 3 mm, se cree que, en realidad, ha de ser todo lo más pequeña que sea practicable. Sin embargo, parece difícil hacerla menor de aproximadamente 1 mm, en vista de la necesidad de utilizar un gran número de amperiovueltas junto al plano de las caras polares del imán que se está imantando. Por tanto, la dimensión de alrededor de 1 mm es la que actualmente se prefiere.

279189

5 DIC



El Alnico VII ha de ser sin orientar (isotrópico), y tiene una composición, en tanto por ciento en peso, de:

Cobalto	24
Níquel	18
Aluminio	8 1/2
Titanio	5
Cobre	3 1/4
Hierro	resto

Fundición inyectada o en coquilla de precisión

Es, desde luego, extremadamente importante que el plano de las caras polares 38 y 39 sea perpendicular al eje del soporte 13. Las características ilustradas en la fig. 1 facilitan el logro de este requisito en producción.

Una de las características importantes es la provisión de una nervadura anular deformable 71 junto a la cavidad 18 del cuerpo 13. En el transcurso de la colada por inyección o fundición en coquilla o matriz, la parte de la coquilla que tiene contacto con las caras polares 38 y 39, y que también asienta en el interior del ánima o taladro central del imán 35 para centrar este imán, es prensada con gran fuerza (por ejemplo, de medio centenar de kilogramos) hacia la parte de la coquilla que mantiene el cuerpo 13 exactamente centrado en su interior. Esta fuerza basta para trastomar o deformar la nervadura 71, al ser de aluminio el cuerpo 13. Así, si existe una minúscula irregularidad cualquiera que produzca una desigual separación entre el imán 35 y el cuerpo 13, la nervadura anular 71 se deformará acomodándose a tal irregularidad. Mientras las partes se mantienen así fijas en su adecuada relación mútua, se

279189

5 D



inyectará el metal de colada en la coquilla. La nervadura 71 sirve para sellar o impedir que el metal fluyente penetre en la cavidad 18 vecina, que luego irá ocupada por el árbol 11.

5

Para que la parte colada en coquilla 36 se forme mediante la misma inyección que el tapón 20, se dispone el ánima 72 transversalmente a través del cuerpo 13. Así, el metal puede fluir desde un mismo manantial o lugar de procedencia hasta todos los puntos representados. Naturalmente, el órgano de coquilla que contiene el imán 35 está provisto de una prolongación o extensión que forma el contorno interno del metal de colada en coquilla, constitutivo de la parte inferior de la cavidad 18.

10

15

#### Conclusión

Conforme a esta invención se habilita una suspensión magnética extraordinariamente rígida, sin excesivo empuje lateral consiguiente a minúsculos desplazamientos laterales. Además, los ensayos efectuados han puesto de manifiesto que posee una sensibilidad sorprendentemente reducida a los cambios de temperatura. Esta suspensión se ha utilizado con un rotor de 32 gramos que se mueve en sentido axial sólo en unos 0,076 mm. o menos con una variación de temperaturas desde menos 40°C a más 90°C. Esto, naturalmente, se encuentra mucho más allá de los límites entre los cuales es probable que se halle sometido en funcionamiento un contador de energía o vatíhorímetro. Por comparación con una de las mejores suspensiones magnéticas anteriormente conocidas, puede citarse que con la misma variación de temperaturas se habría esperado un movimiento vertical de al menos tres

20

25

30

279189

5



veces el aquí indicado.

Además, la suspensión magnética de esta invención ha demostrado ser extraordinariamente inmune al cambio magnético, transitorio o permanente, debido a campos magnéticos externos a los cuales pueda verse sometida, bien a consecuencia de intromisiones intencionales o bien de sobreintensidades provenientes de descargas atmosféricas en las líneas de transmisión. Por ejemplo, con una suspensión magnética comercial de tipo ya conocido, de repulsión, se vió que un imán permanente de los que hay fácilmente disponibles, aplicado a la cubierta exterior del instrumento de medida en el lugar apropiado, afectará a los imanes de la suspensión magnética de modo tal que permitirán al rotor bajar al menos 0,5 mm, o hasta que las caras magnéticas toquen entre sí, introduciéndose con ello gran rozamiento al girar. Con la presente invención, el mismo imán permanente igualmente aplicado causará en el rotor un descenso de sólo 0,1 mm o menos.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 14 de Agosto de 1961, bajo el núm. 131.286, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1º.- Un dispositivo de suspensión magnética para



5 DIC 1962

279189

5

10

15

20

25

30

un rotor que gira en torno a un eje dado, el cual incluye un par de imanes permanentes hechos de un material de gran fuerza coercitiva, uno que va en el rotor y el otro fijo, teniendo cada uno de ellos una cara polar anular que rodea a dicho eje, directamente opuesta y dando frente a una cara polar semejante del otro, y teniendo cada uno de ellos una segunda cara polar directamente opuesta y dando frente a una segunda cara polar semejante del otro, estando las caras polares de al menos uno de dichos imanes separadas por una distancia al menos de sólo unos 3 mm. y estando dichos imanes magnetizados de modo semejante para dar repulsión.

2º.- Un dispositivo de suspensión magnética conforme a la reivindicación 1, en el cual las caras polares de los imanes son aproximadamente de la misma área.

3º.- Un dispositivo de suspensión magnética conforme a la reivindicación 1 o 2, en el que cada uno de dichos imanes lleva un surco que separa las caras polares.

4º.- Un dispositivo de suspensión magnética conforme a la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que dichos imanes están desmagnetizados parcialmente, a un estado en el que ya no se desmagnetizan más permanentemente por efecto de la más estrecha proximidad físicamente permitida de los imanes, y en el cual el rotor queda soportado con un entrehierro entre imanes al menos de un orden aproximadamente igual a la distancia que separa las caras polares de dicho primer imán.

5º.- Un dispositivo de suspensión magnética conforme a la reivindicación 1, 2, 3 ó 4, en el cual el diámetro exterior de dichos imanes es no superior a aproximadamente 2 cm.

279189

50



6º.- Un dispositivo de suspensión magnética conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 precedentes, en el cual las dimensiones de cada imán en milímetros son aproximadamente: diámetro exterior, 14,33; dimensiones radiales de la cara polar externa, 1,27; surco, 1,0; cara polar interna 2,8; estando dichos imanes hechos de Alnico VII en polvo moldeado con un plástico sintético termoestable de alta temperatura de deformación al calor; siendo los imanes estabilizados mediante una desmagnetización parcial a un estado en el que la máxima proximidad físicamente admisible de los imanes no los desmagnetice más con carácter permanente, y en el que sostengan el rotor con un entrehierro axil entre imanes de aproximadamente 1,27 a 1,78 mm; y teniendo una estabilidad a la temperatura en la que el entrehierro entre imanes varía sólo en unos 0,076 mm con cambios de temperatura de menos 40°C a más 90°C.

7º.- Un dispositivo de suspensión magnética conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual los imanes estén hechos en la forma de dos imanes permanentes cilíndricos, uno dentro del otro, teniendo cada uno dos caras polares cilíndricas opuestas directamente frente a unas caras polares semejantes del otro, estando las dos caras polares de cada imán al menos a una proximidad de 3 mm de separación, y los imanes magnetizados de modo semejante con mutua repulsión hacia la concetricidad.

8º.- Un dispositivo de suspensión magnética para un rotor giratorio en torno a un eje vertical, suspensión que incluye un par de imanes permanentes adaptados para ir montados respectivamente en el rotor y estacionariamente, dando el primero algo hacia abajo y el último algo hacia arriba



279189 5 DIC 1962

5 ba, cada uno de los cuales tiene una cara polar anular circundante que da directamente frente a la cara polar anular circundante del otro, y una cara polar interna, con un límite externo circular, dando cara y directamente opuesta a la cara polar interna del otro; estando dichos imanes magnetizados de modo semejante para repulsión entre sí y hechos de un material de alta coercividad; en la cual las caras polares miran en sentido axial, y las caras polares de cada imán están separadas por un surco anular cuya anchura radial no es mayor de unos 3 mm, siendo aproximadamente iguales las áreas de cara de los cuatro polos.

10

9º.- Un dispositivo de suspensión magnética conforme a la reivindicación 8, en el cual el diámetro exterior de dichos imanes no es superior a unos 2 cm aproximadamente.

15

10º.- Un dispositivo de suspensión magnética conforme a la reivindicación 8 ó 9, en el cual la distancia de separación entre las caras polares de un imán es por lo menos de sólo 3 mm, y en la que ninguna de dichas caras polares tiene un área superior en más de un 40% a la de la más pequeña de dichas caras polares.

20

11º.- Un dispositivo de suspensión magnética conforme a la reivindicación 10, en el cual el material magnético es un material que tiene una fuerza coercitiva igual a por lo menos 650 oersteds.

25

12º.- Un dispositivo de suspensión magnética conforme a cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que incluye un tercer imán permanente de forma cilíndrica concéntrico con dicho eje, teniendo dicho tercer imán un surco, en su superficie cilíndrica, que divide dicha superficie en unas

30

279189



5 caras polares cilíndricas superior e inferior que miran  
 hacia fuera, un cuarto imán permanente que rodea dichos  
 polos superior e inferior y tiene una pared interna cilíndrica  
 concéntrica con dicho eje, teniendo dicho cuarto imán  
 en dicha pared un surco en alineación con dicho surco de  
 dicha superficie y que divide dicha pared en caras polares  
 superior e inferior, directamente enfrentadas con las ca-  
 ras polares que miran hacia fuera; estando dichos imanes  
 tercero y cuarto montados respectivamente con dichos ima-  
 nes primeramente mencionados, y magnetizados con los po-  
 los superiores de una misma polaridad y los polos inferio-  
 res de la polaridad opuesta, para mutua repulsión hacia la  
 concetricidad.

15 13º.- Un dispositivo de suspensión magnética para un  
 rotor.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antee-  
 de, representado en los dibujos que se acompañan y con los  
 fines que se han especificado.

20 Esta Memoria consta de veintinueve hojas escritas a  
 máquina por una sola cara.

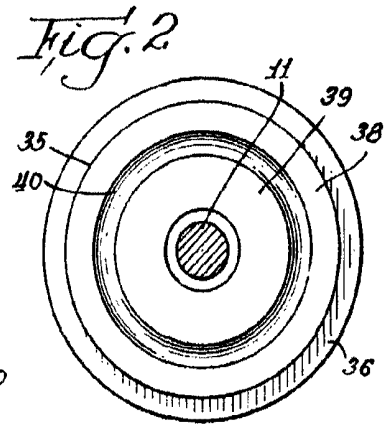
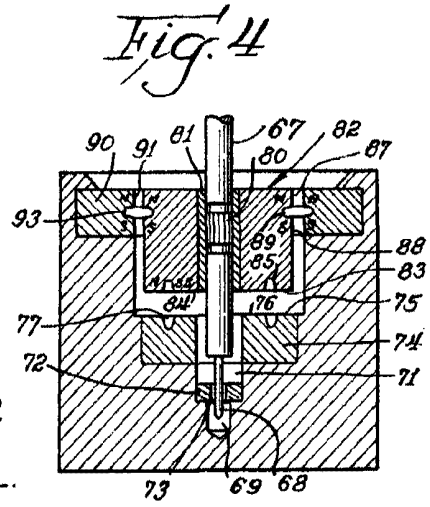
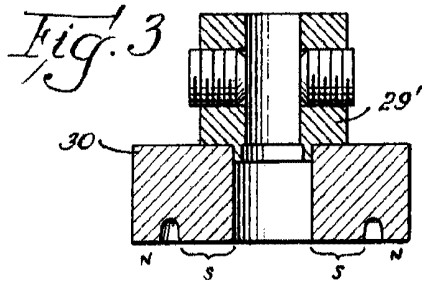
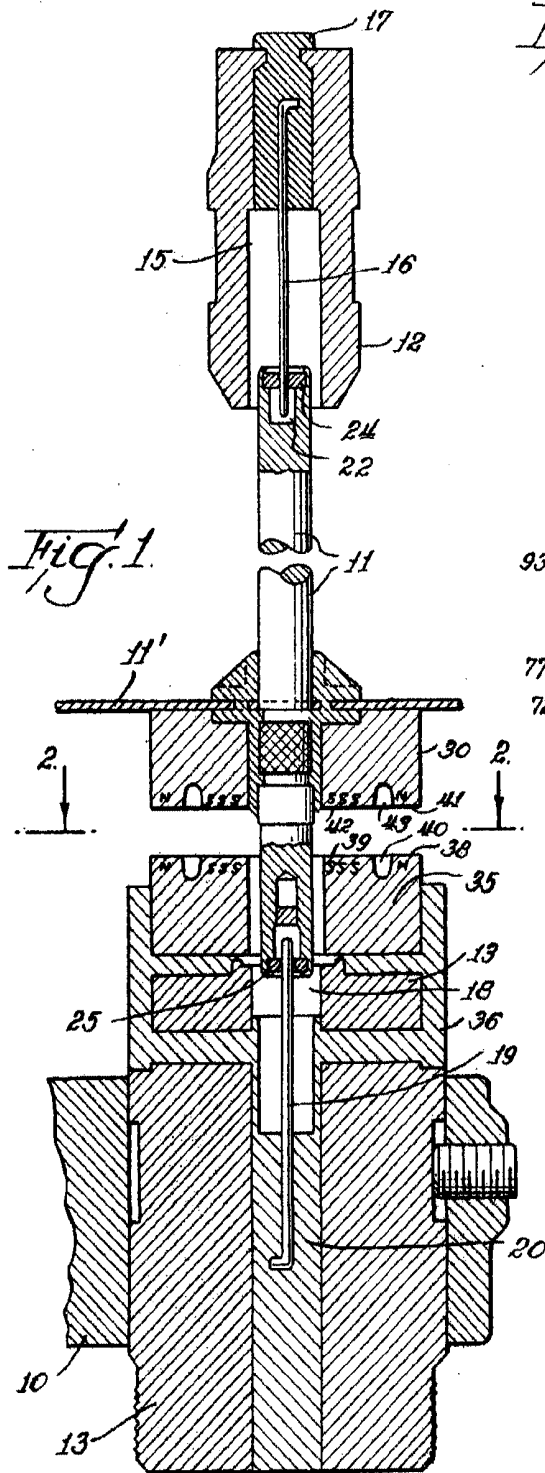
Madrid, 15 DIC. 1962

P.A.D

Alberto de Elzaburu  
 Per Bosten

219189

13 JUN 1944

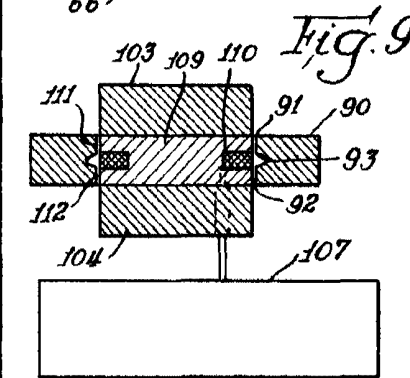
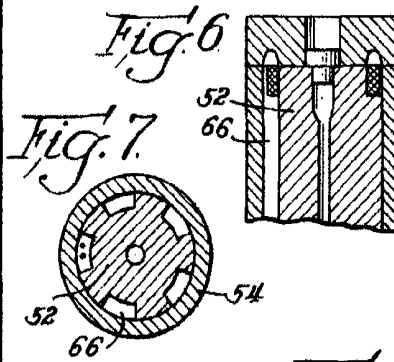
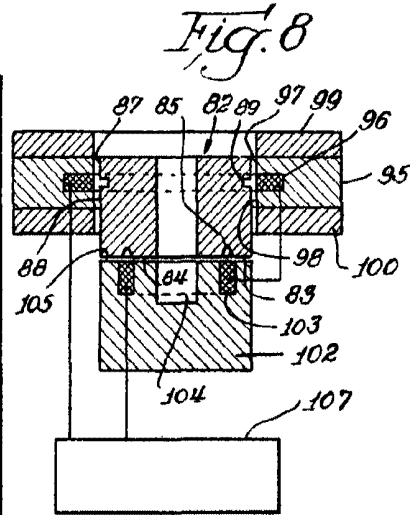
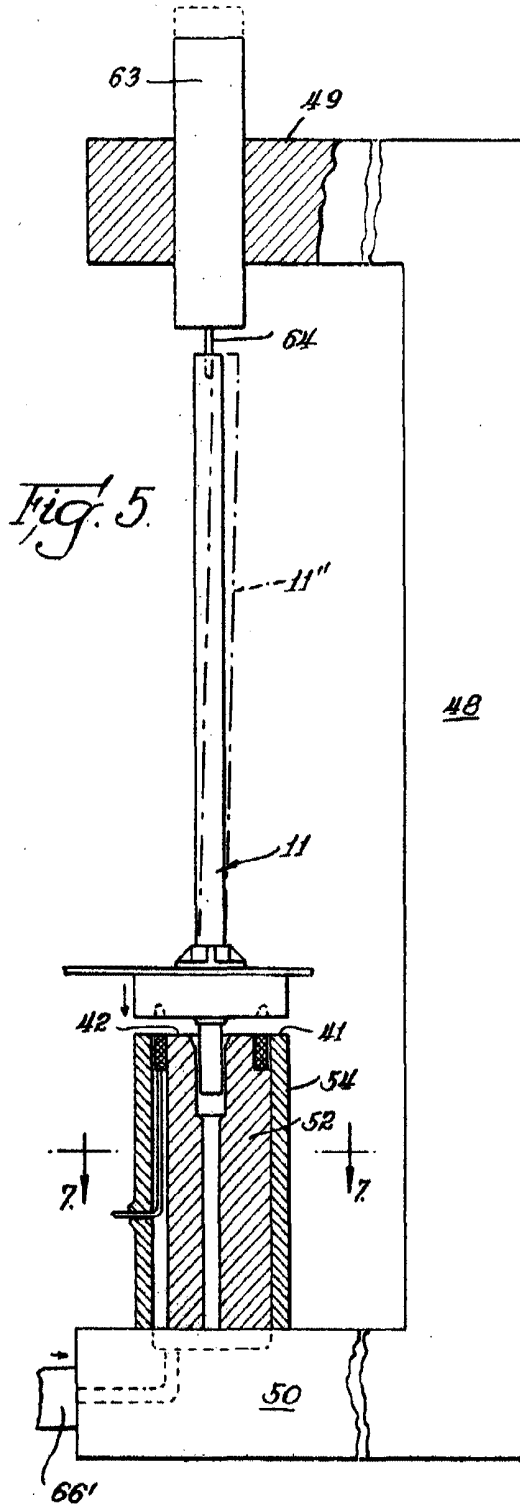


Albert de Elizabeth  
File Factory

279189

279189

13 JUL



48

Alberto de Eizaburu  
Por Poder

*Handwritten signature*