



ESPAÑA

10 ES	11 21	NUMERO 453255	10 A1
	22	FECHA DE PRESENTACION 12 NOV. 1976	

PATENTE DE INVENCION

20 PRIORIDADES:	22 FECHA	23 PAIS
21 NUMERO 507.538	19 de septiembre de 1974	EE.UU. de A.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	48 CLASIFICACION INTERNACIONAL H01F; H02K//F04B	49 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION PROCEDIMIENTO PARA FORMAR NUCLEOS MAGNETICOS

71 SOLICITANTE (S) TECUMSEH PRODUCTS COMPANY

DOMICILIO DEL SOLICITANTE OTTAWA and PATTERSON Streets TECUMSEH, Estado de Michigan
--

72 INVENTOR (ES)

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE D. JAIME GOMEZ-ACEBO Y MODET
--

POOR
QUALITY

La presente invención se refiere a un procedimiento para preparar núcleos magnéticos.

Este invento se refiere a motores eléctricos de movimiento alternativo del tipo que se caracteriza porque un inducido de permeabilidad magnética se coloca para efectuar un movimiento axial alternativo dentro del entrehierro de un circuito electromagnético fijo.

En el arte de los compresores de motor lineal y núcleo móvil, se han realizado grandes esfuerzos sin haber conseguido un éxito comercial notable (véase P. W. Curwen, "Desarrollos Recientes de Compresores de Pistón Resonante con Motor Lineal sin Aceite", publicación de ASME 69-FE-36, Junio de 1969). El compresor de motor lineal descrito en la presente Memoria se ha sometido a ensayos exhaustivos en laboratorio y se han verificado los parámetros de diseño empleando técnicas de programación de ordenador iterativas y, por lo tanto, se cree que se han conseguido finalmente las exigencias de un producto viable desde un punto de vista comercial.

El presente invento tiene por objeto proporcionar un compresor de motor lineal de núcleo móvil de montaje fácil y económico.

Otro objeto del presente invento reivindicado en una solicitud divisional de la patente, es proporcionar un núcleo magnético para un compresor de motor lineal de núcleo móvil que se puede montar con más facilidad y que tiene menos material de desperdicio que un núcleo de laminaciones empaquetadas de tipo clásico.

El presente invento tiene también por objeto, subordinado a lo inmediatamente anterior, proporcionar un núcleo magnético para un compresor de motor lineal de núcleo móvil que es

5 incompresible en la dirección de apriete de los tirantes del compresor para asegurar que los tirantes continúen ejerciendo las tensiones de retención con las que se ajustan inicialmente durante el montaje para mantener de este modo una debida alineación del núcleo, inducido y armazón del compresor.

Otro objeto del presente invento es proporcionar un compresor de motor lineal de núcleo móvil que es de pequeño tamaño y que se puede diseñar con facilidad para adaptarlo a una amplia variedad de aplicaciones.

10 Otro objeto del presente invento es proporcionar un compresor de motor lineal de núcleo móvil donde las fuerzas de torsión inducidas en el inducido de movimiento alternativo se reducen virtualmente a cero.

15 La solicitud presente es un perfeccionamiento del compresor lineal descrito en la solicitud pendiente de Michael K. Bidol, que tiene la misma fecha de presentación de la solicitud presente y que se ha cedido al cesionario de la misma.

20 Para reducir las fuerzas de torsión ejercidas sobre el inducido de movimiento alternativo del motor de compresor, el presente invento proporciona un compresor de motor lineal de núcleo móvil que se caracteriza porque los medios para devolver el inducido al final de su carrera inducida magnéticamente comprende un par muelles espirales lineales encajados entre sí que tienen cada uno un paso virtualmente de cero, que son
25 objeto de otra solicitud divisional de la presente.

30 El presente invento proporciona además un compresor de motor lineal de núcleo móvil que tiene un núcleo magnético que comprende un par de bucles espirales a tope de material de banda magnética arrollado en espiral sobre un plano perpendicular al eje geométrico de movimiento alternativo del compresor con

el de entre hierro del núcleo magnético formado en el área de contacto de los dos bucles.

5 Los rasgos de novedad que se consideran característicos del invento se exponen en particular en las reivindicaciones adjuntas. No obstante, el propio invento, junto con otros objetos, características y ventajas del mismo se comprenderán mejor por la descripción que sigue, tomando como referencia los dibujos adjuntos que, en los que:

10 La figura 1 es una vista en perspectiva de una modalidad de compresor de motor lineal herméticamente cerrado dentro de una carcasa protectora según el presente invento.

La figura 2 es una vista en perspectiva despiezada del motor de compresor lineal y bomba de gas ilustrados en la figura 1.

15 La figura 3 es una vista en alzado del compresor ilustrado en la figura 1, tomada parcialmente en sección axial a lo largo de la línea 3-3 de la figura 1.

La figura 4 es una vista en sección axial del compresor ilustrado en la figura 3 en un estadio de montaje parcial.

20 La figura 5 es una vista en sección axial fragmentada del compresor ilustrado en la figura 3, en una segunda etapa de montaje parcial.

La figura 6 es un gráfico utilizado para explicar el funcionamiento del compresor ilustrados en las figuras 1-5.

25 La figura 7 es un gráfico de la curva de reluctancia de una modalidad del compresor de la figura 1.

La figura 8 es una vista en sección axial fragmentada de otra modalidad del compresor de la figura 1 que comprende un par de muelles de encajamiento recíproco y de paso cero.

30 La figura 9 es una vista del extremo del compresor de la

figura 10, que representa la relación de encajamiento recíproco de los muelles con mayor detalle.

La figura 10 es una vista en planta de un núcleo magnético modificado que se puede utilizar en el compresor de la figura 1.

La figura 11 es una vista en perspectiva del entrehierro en el núcleo de la figura 12 en una etapa intermedia de fabricación.

La figura 12 es una vista en perspectiva del entrehierro completo en el núcleo de la figura 12; y

La figura 13 es un gráfico utilizado para explicar el funcionamiento del núcleo modificado ilustrado en la figura 12.

En las diversas figuras, los números idénticos de referencia indican piezas idénticas. Refiriéndonos a la figura 1, se ilustra una modalidad de compresor con motor lineal 20, que sirve de ejemplo, construido según el presente invento y suspendido dentro de un recinto protector 21 por los muelles de suspensión 22 que proporcionan de un modo ideal una fuerza de retardo cero al movimiento axial oscilatorio del compresor 20 y una fuerza de retardo infinita a su movimiento lateral o radical oscilatorio. El recinto 21 está herméticamente cerrado y se puede fabricar de chapa de acero o de aluminio o de plástico moldeado, y puede adoptar la forma más conveniente para la aplicación particular. El aceite lubricante se deposita preferiblemente en un cárter 23 en el fondo del recinto a una profundidad suficiente para ponerse en contacto con la parte inferior del compresor 20. El aceite salpicará sobre las piezas móviles por la acción de movimiento alternativo axial del motor. Como variante, el aceite se puede canalizar para lubri-

car las superficies por otros medios conocidos por los expertos en la materia.

La descripción detallada del compresor 20 se comprenderá mejor tomando como referencias las figuras 2-3. El circuito magnético 30, que comprende el núcleo magnético 31 y devanados 32 y 33, tiene un par de polos separados 32a y 32b que definen un de entrehierro 34 con las superficies opuestas o caras polares de los polos 32a y 32b que definen una parte de una superficie frustrocónica de revolución. Unido a los lados opuestos del circuito magnético por medio de pernos 35 y 36 se encuentra un cojinete exterior y placa de retención de muelle 37 y un bloque de cilindro 38 que tiene una cámara de bombeo o cilindro 39 formado en el mismo. Según se ilustra en la figura 3, la conificación del entrehierro 34 converge en la dirección de la cámara 39 siendo el eje central del espacio 34 coaxial con la cámara 39.

En el entrehierro 34 se mueve un inducido frustrocónico 40 llevado por un eje de inducido 41. El inducido 40 se puede fabricar de material de permeabilidad magnética sólido o laminaciones apiladas según se ilustra.

Se ha averiguado que el empleo de laminaciones empaquetadas aumenta la eficacia del compresor en un 15% si se compara con un compresor idéntico con un núcleo magnético sólido. El eje del inducido 41 puede ser de material antimagnético, por ejemplo acero inoxidable o, preferiblemente, material de permeabilidad magnética.

Un pistón 42 va montado en un extremo del eje 41 y se desliza en la cámara 39. Para conseguir un rendimiento de compresión máxima, la holgura de deslizamiento entre el pistón 42 y la pared lateral de la cámara 39 deberá ser pequeña: Una hol-

gura nominal de 0,00762 mm es la holgura preferible.

5 En la placa 37 se monta un cojinete de casquillo 43 colocado alrededor del eje 41 en su extremo contrario al pistón 42. Debido a la holgura deslizante de precisión entre el pistón 42 y la pared de la cámara 39, el pistón cooperará con el cojinete 43 para mantener el eje 41 y el inducido 40 centrados en el espacio de aire o entredicho 34 durante el desplazamiento axial del inducido, el eje y el pistón.

10 En la placa 37 y sujetando un extremo de un par de muelles de recuperación 44 y 45 se monta deslizantemente un soporte de abrazadera ajustable 46. El soporte 46 se puede sujetar apretado a la placa 37 por medio del tornillo 47 que se aloja a rosca en una ranura o parte desplazada ranurada de la abrazadera. Las terminaciones o colas extremas rectas respecti-
15 vas 44a y 45a en el extremo exterior de los muelles 44 y 45 se sujetan en taladros correspondientes 46a y 46b del soporte 46 por medio de tornillos 48 y 49 que atraviesan ranuras del soporte que conducen hasta cada uno de los taladros de la abrazadera. Un extremo de cada uno de los muelles de recuperación
20 44 y 45 se sujeta de este modo fijo con relación al circuito magnético 30 y el entrehierro 34. Las otras colas extremas rectas 44b y 45b de cada muelle de recuperación 44 y 45 se sujetan al inducido 40 por medio de una placa de sujeción de muelle 50 que se monta sobre el eje 41 contra la cara de mayor
25 diámetro del inducido cónico.

Las colas extremas 44b y 45b se introducen en taladros correspondientes 50a y 50b, respectivamente, y se sujetan en los mismos por medios de tornillos 50c y 50d alojados a rosca en partes ranuradas respectivas de la abrazadera 50. Se verá
30 que los muelles 44 y 45 tienen espiras en la misma dirección

5 pero que cada muelle penetra en el soporte 46 y la abrazadera 50 desde una dirección a 180° de la dirección de entrada del otro. En esta configuración, las fuerzas de flexión inducidas sobre el inducido 40 por los muelles durante el movimiento axial alternativo del inducido tienden a contrarrestarse y cancelarse, ayudando por lo tanto al cojinete 43 y a la acción de apoyo del pistón 42 para centrar el inducido 40 en el entrehierro 34 durante el movimiento alternativo axial. Se verá además que las colas extremas 44a, 44b y 45a, 45b se extienden en dirección paralela al eje central de los muelles desde la periferia de los muelles respectivos. Esta característica permite que el soporte 46 y la abrazadera 50 adopten un diámetro reducido, reduciendo de este modo las dimensiones necesarias del recinto 21. A pesar de que resultarán evidentes a los expertos en la materia diversos métodos de terminar y fijar los muelles 44 y 45, se ha averiguado que el uso de terminaciones o colas extremas rectas 44a, 44b y 45a, 45b en los muelles de recuperación y el dispositivo de montaje de abrazadera hendida correspondiente facilita el ajuste y montaje.

15 El compresor 20 se suspende en el cárter 23 según se ha detallado anteriormente con relación a la figura 1. Debido a la dimensión lateral del bloque 38, o sea, la dimensión perpendicular a una línea entre los pernos 35 y 36 y perpendicular al eje de movimiento alternativo, es menor que la dimensión lateral correspondiente del núcleo 31, cuya relación se verá mejor en las figuras 1 y 2, y debido al acceso por aberturas laterales previstas por separación axial del bloque 38 desde el núcleo 30 gracias a las protuberancias de montaje 38c y 38d (figura 2), el aceite salpicado hacia arriba por la acción de movimiento alternativo del compresor 20 penetrará en la cámara

31a (figura 3) entre el núcleo 30 y el bloque 38. El aceite salpicado que se pone en contacto con la cara de diámetro menor del inducido 34 será lanzado al interior de la cámara 39 contra la parte posterior del pistón 42 por la acción del movimiento alternativo del inducido. Este aceite lubricará los costados de la cámara 39 en el área de contacto deslizante con el pistón 42. Un conjunto de placa de válvula y culata del cilindro 51 se monta en el bloque del cilindro 38 por medio de pernos 52. Las válvulas de aspiración y descarga, el conjunto de placa de válvulas y la culata del cilindro pueden tener cualquiera de los diversos diseños normales conocidos en la tecnología y no forman parte de este invento. En una modalidad real de 11,50 calorías/segundo del presente invento que se describirá con detalle más adelante, el conjunto de placa de válvulas 51 es una adaptación del sistema de válvulas de un compresor modelo AE disponible en mercado fabricado por Tecumseh Products Company de Tecumseh, Michigan. El conjunto de válvula 51 no se describirá adicionalmente excepto por referencia durante la explicación del montaje y funcionamiento del compresor.

El método económico de montar el compresor 20 previsto por el presente invento se comprenderá mejor tomando como referencia la figura 4, en la que se ilustra el compresor montado sobre una superficie de montaje 80. El bloque del cilindro 38 se coloca en primer lugar con el extremo de la culata hacia abajo sobre la superficie de montaje. Entonces se coloca flojo el circuito magnético 30 sobre las superficies de asiento mecanizadas con precisión 38a y 38b del bloque 38 con los taladros respectivos del núcleo y el bloque alineados de una manera general. El conjunto de eje del inducido, consis-

tente en la abrazadera 50, inducido 40 y pistón 42 se montan sobre el eje del inducido 41 y se asientan entonces en el circuito magnético guiándose primero el extremo del pistón en la cámara 39 hasta que el pistón se introduce suficientemente en la cámara 39 de forma que el inducido cónico se asiente contra las caras polares 32c 32d que definen el entrehierro cónico 34. Observese en la figura 4 que en este estado de total introducción el pistón 42 se extiende más allá de la cara extrema de la culata 38c del bloque del cilindro 38 en una distancia indicada por la referencia "b" cuando el inducido 40 hace tope con las caras polares. La finalidad de esta prolongación se explicará al exponerse el funcionamiento del motor del compresor más adelante. Cuando el inducido se asienta de este modo, la geometría del inducido y el entrehierro y la tolerancia entre el pistón y la pared de la cámara hace que el conjunto de barra del inducido actúe como plantilla de montaje que ejerce acción de leva en el núcleo 31 lateralmente para desplazarlo en sentido lateral sobre las caras 38a 38b con el fin de centrar de este modo automáticamente el circuito magnético y el bloque del cilindro entre sí y con el inducido, el eje y el pistón. La placa del cojinete exterior 37 y el cojinete 43 se montan después sobre el circuito magnético y entonces se introducen los pernos 35 y 36 a través de la placa 37 y el núcleo 31 y se colocan a rosca el bloque 38, alineando de este modo automáticamente el cojinete 43 con el eje común del entrehierro y la cámara de compresión y poniendo las piezas en coincidencia angular de precisión. Los pernos 35 y 36 se pueden apretar entonces para sujetar el subconjunto.

En la etapa siguiente de montaje representado en la figura 5, las colas extremas 44a, 44b y 45a, 45b de los muelles

de recuperación 44 y 45 se introducen y se sujetan apretadas en el soporte ajustable 46 y la abrazadera 50. El soporte 46 en esta etapa de montaje se aloja flojo sobre una columna de montaje 37a de la placa 37 de forma que pueda moverse sobre la misma cuando el pistón 42 se eleva hasta descansar sobre un bloque de plantilla 81 que se introduce por debajo del pistón en la cavidad de la superficie del conjunto 80. El pistón y el inducido se encontrarán entonces en la posición de reposo deseada, y la abrazadera 46 se sujeta entonces apretada a la columna 37a después de haberse montado los conjuntos de placa de válvula y culata del cilindro 51 al bloque del cilindro, con lo que el motor quedará dispuesto para funcionar.

Para hacer funcionar el motor lineal del compresor, los devanados 32 y 33 deben conectarse a una fuente de alterna.

En la modalidad del invento ilustrada, la fuente de alterna es una potencia útil rectificada de semiondas a una frecuencia de 60 Hz. El motor funciona por lo tanto a 3600 movimientos alternativos por minuto. En esta rama de la industria se sabe bien que se consigue el máximo rendimiento del compresor cuando la frecuencia resonante del compresor durante el funcionamiento normal se aproxima a la frecuencia de línea del voltaje de excitación. Así, la frecuencia oscilante natural del pistón, el inducido, el eje y los muelles de recuperación junto con las presiones normales de aspiración y descarga en la cámara de compresión deberán aproximarse a 60 Hz. La frecuencia natural de los muelles de recuperación junto con el eje, pistón y inducido deberán ser, por lo tanto, menores que la frecuencia de la corriente de excitación. En la modalidad descrita, la frecuencia natural de los muelles de recuperación y del eje, pistón e inducido habrá de ser preferiblemente en

esencia igual a 38 Hz.

El funcionamiento del compresor 20 se comprenderá mejor tomando como referencia la figura 6 que es un diagrama de temporización que representa las relaciones de los parámetros elegidos del compresor 20 durante un ciclo de voltaje de línea. El voltaje de línea 60 describe un patrón prácticamente sinusoidal en la duración de tiempo de un ciclo de 360°. Como el compresor 20 presenta una carga inductiva al voltaje de línea 60, cabe esperar que la corriente 61 retarde el voltaje 60 y describa una semionda rectificadora que es periódica pero no sinusoidal. El flujo 62 a través del circuito magnético 30 sigue a la corriente 61 pero la retarda ligeramente. Las ordenadas del voltaje 60, corriente 61 y flujo 62 se dividen en unidades de voltios, amperios y kilomaxwells, respectivamente, y no están a escala. No obstante, el voltaje 60, la corriente 61 y el flujo 62 tienen una referencia de ordenadas cero común para una mejor comprensión. El desplazamiento del inducido 63 se mide en unidades de mm siendo la referencia de desplazamiento cero la posición de tope del inducido 40 contra las caras polares 32c y 32d cuya posición de referencia se representa en la figura 4. La fuerza magnética 64 se mide en unidades de kilogramos con referencia al desplazamiento positivo del inducido 40. Así, la fuerza magnética 64 que tiende a mover el inducido 40 en dirección negativa, o sea en dirección hacia la referencia de desplazamiento cero, se representa ejecutando una excursión negativa desde el punto de referencia magnético cero. De un modo similar, la fuerza de resorte 65, que es la fuerza ejercida sobre el inducido 40 por los muelles 44 y 45, y la fuerza de presión 66, que es la fuerza ejercida sobre la cara de compresión del pistón 42, se mi-

den en unidades de kilogramos con relación a un desplazamiento axial positivo del inducido 40; o sea, una fuerza de resorte o de presión que tienda a mover el inducido 40 en la dirección de desplazamiento axial positivo se considera como una fuerza positiva. La fuerza magnética 64, la fuerza de resorte 65 y la fuerza de presión 66 tienen una referencia de ordenada cero común para mejor comprensión. La abscisa de la figura 6 se mide en unidades de tiempo eléctrico en grados de un solo ciclo de voltaje de línea 60. Se verá con relación a la figura 6 que, a pesar de que las señales representadas en la misma no están a escala, la geometría de cada señal se duplica de los resultados experimentales basados en la modalidad real de 11,50 calorías/segundo que se expondrá con detalle más adelante.

En el funcionamiento del compresor 20, del voltaje 60 comienza una excursión positiva en grados cero de tiempo eléctrico e induce corriente 61 en los devanados del circuito magnético 30. La corriente 61 induce, a su vez, flujo 62 en el núcleo 31 y el inducido 40. De este modo, comenzando a cero grados de tiempo eléctrico, la fuerza magnética 64 aumenta gradualmente (en la dirección negativa) y empuja al inducido 40, y por lo tanto al pistón 42, en la dirección de desplazamiento negativo, Por la figura 6 se verá que, en el instante de cero grados, el inducido se mueve en la dirección de desplazamiento positivo lo cual significa que, al comienzo de un ciclo eléctrico, el inducido está ejecutando su carrera de retroceso o recuperación, contraria a su carrera de compresión, como resultado del momento inducido en el conjunto en movimiento que comprende el inducido 40, la barra 41, pistón 42 y abrazadera 50, por los muelles de recuperación 44 y 45 durante el

ciclo eléctrico precedente. La fuerza de resorte 65 es negativa en el instante de cero grados lo cual indica que los muelles 44 y 45 están en compresión y ejercen una fuerza sobre el inducido 40 en la dirección de desplazamiento negativo. Por lo tanto, poco después del tiempo de cero grados, la fuerza magnética 64 coopera con la fuerza de resorte 65 para actuar contra el momento del conjunto con el fin de detener su desplazamiento positivo y comenzar el movimiento en la dirección negativa.

En un tiempo eléctrico de 90 grados, el desplazamiento 63 ha alcanzado su valor máximo y el conjunto en movimiento ha alcanzado su "punto muerto superior" de funcionamiento. El conjunto comenzará a moverse en la dirección negativa. Como cabe esperar, en el instante de 90 grados, la fuerza de resorte 65 ha alcanzado su valor máximo de compresión o valor negativo y comenzará a moverse en la dirección positiva. La fuerza magnética 64 continuará aumentando en dirección negativa según aumentan la corriente 61 y el flujo resultante 62. El inducido 40 y el pistón 42 se moverán ahora en la dirección de desplazamiento negativo o dirección de trabajo hacia el extremo de cabeza de la cámara de bombeo 39, comprimiendo el gas en la cámara 39 a una presión de descarga deseada en la que se abrirá la válvula de descarga.

Cuando se mueve en la dirección de desplazamiento negativo, el inducido 40 pasará finalmente por su posición de punto muerto por lo que los muelles 44 y 45 se pondrán en tensión y comenzarán a retardar el desplazamiento negativo adicional del conjunto en movimiento. En la figura 6, esta posición de punto muerto o de fuerza de resorte cero se consigue en un tiempo eléctrico de aproximadamente 208 grados. Se verá que

en el instante de 208 grados el flujo 62 ha pasado ya por su punto máximo y ha comenzado a declinar hacia cero.

5 Cuando la fuerza magnética 64 y el régimen de cambio de momento de la masa en movimiento 40, 41, 42 y 50 es igual a la suma de la fuerza de resorte 65 ejercida sobre el inducido 40 por los muelles de recuperación 44 y 45 en tensión y la fuerza de presión 66 ejercida sobre la cara del pistón 42 por el gas comprimido en la cámara 39, el desplazamiento positivo se detiene y el inducido y el pistón alcanzan su "punto muerto inferior" de funcionamiento. En la figura 6 esto tiene lugar en un tiempo eléctrico de aproximadamente 265 grados. Se observará que en este instante de "punto muerto inferior" el flujo 62 en el circuito magnético 30 es menor que la mitad de su valor máximo.

15 La fuerza magnética 64 continuará declinando después del tiempo de punto muerto inferior de 265 grados, por lo que la fuerza de resorte 65 y la fuerza de presión 66 gobernarán el movimiento del inducido y el pistón y devolverán el conjunto en movimiento en el desplazamiento positivo o dirección de recuperación. La corriente de los devanados 61 alcanza un valor cero en el instante de 320 grados. Como la corriente es una corriente rectificadora, el voltaje 60 cae a cero en este instante. El conjunto móvil que comprende el inducido 40, el eje 41, el pistón 42 y la abrazadera 50 continuarán moviéndose en el desplazamiento positivo o dirección de recuperación bajo la influencia de la fuerza de presión 66 y la fuerza de resorte 65. El desplazamiento positivo 63 continuará aumentando hasta que el conjunto en movimiento alcanza su punto muerto superior de funcionamiento bajo la influencia de las fuerzas de resorte y magnética según se ha indicado anteriormente.

20

25

30

En compresores de motor lineal de la tecnología anterior, del tipo que comprende un inducido y entrehierro cilíndricos, el inducido es atraído al interior del entrehierro y se ve obligado a funcionar hasta que alcanza un punto en el que sus caras extremas superior e inferior quedan a ras con las caras que definen los extremos axialmente opuestos del entrehierro. En este punto, el inducido llena completamente el entrehierro y, como el entrehierro entre el inducido y las caras polares es constante, la reluctancia del circuito magnético total alcanza un punto mínimo. De este modo, se puede hacer que el inducido no realice más trabajo en dicho ciclo. Evidentemente otros han supuesto que esta limitación tendría también aplicación a un motor lineal que tuviera un inducido y un entrehierro cónicos; no obstante, esto no es así.

Verdaderamente, se consigue un rendimiento máximo del compresor cuando el inducido cónico "llena el entrehierro" en el punto de máximo flujo y, como este punto de máximo flujo no tiene lugar necesariamente en el "punto muerto inferior" de funcionamiento, es conveniente que el inducido continúe a través del entrehierro pasando más allá de este punto de nivelación. Como el entrehierro entre el inducido cónico y las caras polares opuestas ya no es constante y, de hecho, está en función al desplazamiento axial, la reluctancia del circuito magnético total continuará reduciéndose aún cuando parte del inducido salga del entrehierro.

Volviendo a la figura 4, se verá que el inducido 40 sale del entrehierro, una distancia "a" cuando el pistón 42 se extiende una distancia "b" más allá de la cara extrema del bloque del cilindro 38. La condición de nivelación existirá cuando los diámetros mínimos del inducido y del espacio de aire

5 sean coplanares, v.g., cuando $a = 0$. Es un inconveniente dejar que el inducido 40 golpee las caras polares; por esta razón, se hace que la distancia "a" sea bastante mayor que la distancia "b". El pistón golpeará por lo tanto la placa de válvula antes de que el inducido pueda alcanzar las caras polares, con lo que se evita que el inducido golpee dichas caras polares.

10 Refiriéndonos a la figura 5, se verá que el "punto muerto inferior" del funcionamiento se consigue en un tiempo eléctrico de aproximadamente 265 grados. En este instante, el flujo 62 en el circuito magnético 30 es de un valor inferior a su valor máximo. El inducido 40 se ha de colocar sobre el eje 41 de forma que el inducido quede nivelado o a ras de las piezas polares 32a y 32b en un tiempo eléctrico de aproximadamente 180 grados, en cuyo momento el flujo 62 alcanza su valor

15 máximo. Esto se puede conseguir modificando el diámetro del entrehierro 34 bis a bis con el diámetro del inducido 40, pero manteniendo ángulos comprendidos idénticos de conificación de forma que, cuando el pistón 42 se encuentre en la posición de ajuste ilustrada en la figura 4, el inducido 40 atraviese el entrehierro en una distancia calculada para conseguir la posición de nivelación deseada en el instante deseado tomando como base los resultados de las pruebas indicados en figura 6. Refiriéndonos de nuevo a la figura 4, en la modalidad real de

20 11,50 calorías/segundo del invento, el inducido 40 se sitúa para que se extienda aproximadamente 8,89 mm más allá de las piezas polares cuando el pistón 42 se extiende 0,76 mm más allá del extremo de cabeza del bloque del cilindro 38.

30 El espacio de aire mínimo entre las caras polares y el inducido existirá cuando el pistón hace tope con el conjunto

de placa de válvulas. En la modalidad descrita, este espacio mínimo, o sea la distancia mínima desde una cara polar hasta la armadura, medida en una dirección perpendicular a la cara polar, es prácticamente de 0,089 mm. Como es lógico, es indeseable dejar que el pistón golpeará continuamente la placa de válvulas durante el funcionamiento normal. No obstante, según se sabe bien en esta rama de la industria, se eleva la eficacia de compresión a un punto óptimo cuando la distancia entre la cara del pistón y la placa de válvulas se aproxima a cero en el "punto muerto inferior" del funcionamiento. La fuerza magnética, fuerza de resorte y fuerza de compresión deben alcanzar un punto óptimo para conseguir un rendimiento máximo de compresión sin dejar que el pistón golpee la placa de válvulas.

A pesar de que se ha afirmado, con el fin de explicar el funcionamiento del compresor de las figuras 1-5, que el inducido "penetra" y "sale" del entrehierro, se comprenderá por la explicación inmediatamente anterior que no es necesario que el inducido se mueva "enteramente fuera del entrehierro, ni que, por dicha razón, necesite "una mayor parte del mismo" quedar situada fuera del entrehierro o en el punto muerto superior del funcionamiento al contrario de lo que se describe en las patentes estadounidenses de Barthalon 3.542.495 y 3.461.806, respectivamente. Verdaderamente, en la modalidad descrita en el caso presente, que funciona a 11,50 calorías/segundo en las condiciones nominales normales, la carrera total de compresión es de tan solo 20,32 mm, y la exposición del inducido en el "punto muerto superior" del funcionamiento es menos del 50 %.

Quando se han definido las características de reluctan-

5 7
10
cia del circuito magnético detalladas anteriormente, v.g., una curva de reluctancia virtualmente lineal en toda la longitud de la carrera y un estado de nivelación del inducido en el instante de máximo flujo, entonces el ángulo comprendido de conificación del inducido 40 y del entrehierro 34 se pueden especificar. Según se ha indicado anteriormente, se ha averiguado que, en las condiciones mencionadas anteriormente, una dimensión "b" de extensión del pistón de 0,76 mm da buenos resultados. Para conseguir esta dimensión, el ángulo comprendido de conificación del inducido y el entrehierro deberá ser por lo menos de 10 grados, siendo preferible una gama de ángulos comprendidos de conificación entre 10 grados y 14 grados.

15
La patente de Barthalon mencionada anteriormente enseña que el rendimiento de un motor lineal alcanzará un punto óptimo si la reluctancia del circuito magnético varía de una forma lineal con el movimiento del inducido.

20
25
30
Según enseña la solicitud mencionada anteriormente de Michael K. Bidol la estabilidad de una bomba que puede en ocasiones funcionar por debajo de la presión atmosférica, como puede ser un compresor de refrigeración, mejorará si la curva de reluctancia lineal tiene también una pendiente baja. Los diversos parámetros de diseño se han optimizado en el motor de compresor presente para conseguir este resultado deseado. A pesar de que no es necesario que el ángulo de conificación del inducido sea idéntico al del entrehierro, se ha averiguado que esta condición da los mejores resultados generales. También se ha averiguado que se consiguen los mejores resultados si la sección transversal neta del inducido, o sea, el área en sección transversal del inducido tomada sobre un plano a través del centro del inducido paralelo al eje de movimiento

y excluyendo el eje del inducido, es igual a aproximadamente el 80 % del área en sección transversal efectiva de la pieza polar. El área en sección transversal efectiva de la pieza polar es aquella área tomada sobre un plano paralelo al eje de movimiento del inducido y perpendicular al flujo que pasa a través de la pieza polar y deberá ser virtualmente cuadrada en lugar de rectangular para conseguir la longitud mínima de devanado por unidad de flujo deseado. El área de sección transversal total del inducido, o sea, el área en sección transversal del inducido tomada como anteriormente pero incluyendo el eje del inducido, deberá ser mayor que el área en sección transversal efectiva de la pieza polar. Este dispositivo da buenos resultados, particularmente cuando se utiliza un eje de inducido de material de permeabilidad magnética para aumentar la "sección transversal magnética" del inducido.

La curva de reluctancia de la modalidad de 11,50 calorías/segundo mencionada anteriormente se ilustra en la figura 7. En la curva 70 de la figura 7, la abscisa está en mm de desplazamiento medido desde el estado de la figura 4 cuando el inducido se asienta en el núcleo magnético, La medición de reluctancia de la ordenada indica que la reluctancia mínima en la posición de la figura 4 es aproximadamente de 0,001 amperios-vuelta por maxwell. Se ha descubierto que un ángulo de pendiente excesiva 71 va acompañado de frecuentes impactos del pistón 42 sobre la placa de válvulas 51, mientras que una pendiente insuficiente da por resultado pérdida de rendimiento mecánico y una gama reducida de condiciones para un funcionamiento satisfactorio. Se verá que la curva de reluctancia 70 es virtualmente lineal en toda la carrera de 20,32 mm y tiene una pendiente de aproximadamente 0'0098, amperios-vuelta

por maxwell-mm. Los parámetros de esta modalidad de 11,50 calorías/segundo que contribuyen a esta curva de reluctancia lineal de baja inclinación, y el consiguiente elevado rendimiento del compresor, se exponen en la explicación de la modalidad real detallada más adelante.

En las figuras 8 y 9 se ilustra una segunda variante del dispositivo de resortes pareados de tres espiras en el compresor de la figura 1. Un cojinete exterior y una placa de retención de muelles 100 se sujetan al circuito magnético 30 y bloque del cilindro 38 por medio de pernos tirantes 102 y 104. La placa 100 tiene un par de retenes de muelle 106 y 108, cada uno de los cuales sujeta fijamente un extremo de los muelles lineales de paso cero 110 y 112. Las terminaciones de colas extremas respectivas de los muelles 110a y 112a en el extremo exterior de los muelles 110 y 112, se sujetan en taladros asociados 106a y 108a de las abrazaderas 106 y 108, por medio de tornillos 114 y 116, que atraviesan ranuras de soporte correspondientes que llegan hasta cada uno de los taladros de abrazadera. Las colas extremas 110b y 112b se sujetan de un modo similar al inducido 40 por medio de la placa de fijación de muelle 50.

Los expertos en la materia comprenderán que, dependiendo de la técnica de fabricación empleada para fabricar los muelles, un muelle de "paso cero" tendrá un paso entre cero y el diámetro del material del muelle. Cuando se necesitan colas extremas rectas, el muelle se suele formar primero sobre un mandril circular con las colas extendiéndose tangentes desde la espira. Las colas extremas se doblan entonces a posiciones perpendiculares a partir del plano de la espira. El paso del muelle formado de este modo será prácticamente igual a

cero dentro de unas ciertas tolerancias que dependen de la resiliencia del material empleado para formar el muelle.

Hay aproximadamente 0,92 de espira de material de muelle en los muelles 110 y 112. Las colas extremas 110a y 110b del muelle 110 se separan, de este modo; lateralmente una de otra dejando espacio para que el muelle 112 pase a través antes de terminar en las abrazaderas 50. De un modo similar, las colas 112a y 112b se separan para permitir el paso del muelle 110 entre las mismas, encajando de este modo los muelles recíprocamente. En esta geometría, las espiras de los muelles 110 y 112 se ponen en línea con una línea que conecta los tirantes 102 y 104 en lugar de ser perpendiculares a los mismos y quedan contenidas dentro del perímetro lateral del compresor 20 definido por el circuito magnético 30, remitiendo de este modo las dimensiones lateral y axial del compresor. Además, con las espiras de los muelles 110 y 112 situadas en proximidad axial al circuito magnético 30, la carcasa 21 que comprende el compresor 20 puede adoptar una forma elíptica que se cree reduce el nivel de ruido acústico emitido por el aparato en funcionamiento.

Los muelles de encajamiento recíprocos de paso cero ilustrados en las figuras 10 y 11 ofrecen la ventaja adicional de reducir las fuerzas de torsión ejercidas sobre el inducido 40 casi a cero. Esta reducción en las fuerzas de torsión sobre el inducido y los muelles da por resultado una mayor vida útil de los muelles y ayuda a mantener el inducido 40 dentro del entrehierro 34 durante su movimiento axial alternativo.

Según se ilustra en la figura 2, el núcleo magnético 31 comprende laminaciones empaquetadas unidas de una manera bien conocida en esta rama de la industria. Como variante, el nú-

cleo magnético puede estar comprendido por un primer y un segundo bucles interiores arrollados en espiral de material de banda magnético con los bucles colocados a tope y fajados por un bucle exterior del mismo material de banda magnética. Dicho núcleo 120 se ilustra en la figura 12 y se construye enrollando primero por separado un par de bucles interiores idénticos 122 y 124 de material en banda magnético para formar un enrollamiento espiral 126. Cuando el bucle 122 ha alcanzado el espesor deseado, el material en banda se puede cortar y unirse según indica la referencia 128. Cuando el bucle 124 ha alcanzado el espesor deseado, el material en banda se une según indica la referencia 130, pero puede que no se tenga que cortar. Los bucles 122 y 124 se colocan entonces a tope extremo sobre el plano 129 y el material en banda magnético que sale del punto de unión 130, o un material en banda separado unido sobre uno u otro bucle en un punto de unión conveniente, se enrolla alrededor de la periferia expuesta del subconjunto de doble bucle para formar un bucle exterior en espiral 132 que retiene los bucles interiores 122 y 124 apretados según se describe en la patente estadounidense 2.431.128. El entrehierro cónico 134 se mecaniza entonces en el área de unión a tope de los bucles interiores 122 y 124. Los devanados 32 y 33 se bobinarán alrededor de las piezas polares opuestas y tendrán comunicación magnética llevada enteramente por los bucles interiores. Por esta razón, el bucle exterior 132 puede ser de cualquier material conveniente. El núcleo magnético ilustrado en la figura 12 se monta con más facilidad y tiene menos material de desperdicio que el núcleo de laminaciones apiladas 33.

La figura 13 es una vista en perspectiva del entrehierro

cónico 134 después que se ha mecanizado en primer lugar el entrehierro en el área de unión a tope del primero y el segundo bucle 122 y 124. Cuando el diámetro menor del entrehierro 134 es menor que la anchura del núcleo (v.g., la dimensión perpendicular al plano 129), entonces las piezas polares 136 y 138, en lugar de quedar aisladas unas de otras, se unen por puentes o conexiones magnéticas 140 y 142 a cada lado del espacio mecanizado. Para montar los devanados 32 y 33 sobre las piezas polares 136 y 138, se deben quitar las conexiones 140 y 142 en una segunda etapa de mecanización en la fabricación del núcleo magnético 120.

La figura 14 es una vista en perspectiva del entrehierro 134 en el núcleo magnético 120 después de haberse quitado los puentes 140 y 142. Los puentes 140 y 142 se han quitado por mecanización a través de las caras de las piezas polares 136 y 138 en un par de planos X e Y, respectivamente perpendiculares al eje central de los polos 136 y 138 y paralelos pero desplazados sobre lados opuestos del eje de movimiento alternativo. Cuando la distancia entre los planos X e Y es menor que el diámetro máximo del espacio 134, esta mecanización producirá en estos planos la superficie de espacio expuestas coplanares triangulares 140x, 142x y 140-y, 142y sobre caras opuestas de las piezas polares 136 y 138, respectivamente. Cuando el espacio entre los planos X e Y ha de ser tan solo suficiente para permitir la introducción de los devanados 32 y 33, una distancia entre los planos de 16,7 % del área de sección transversal de los polos será suficiente.

No obstante, se ha descubierto, según el presente invento, que el funcionamiento del compresor mejora cuando la distancia entre los planos X e Y aumenta más allá de este 16,7 %.

En una modalidad específica real de 11,50 calorías/segundo, del presente invento, con polos de 9,67 cm², la distancia entre planos X e Y se aumentó a 20,32 mm o aproximadamente en 35,5 % del área en sección transversal de los polos. Esta modalidad dió los resultados indicados en la figura 16 comparándolos con un aparato similar de 11,50 calorías/segundo con un espacio planar de 9,025 mm o 16,7 %. En la figura 16, se traza la producción de calorías/segundo en ordenadas contra la temperatura de evaporación en abscisas. La curva de rayas 150 indica la producción del aparato de 9,025 mm sobre una amplia gama de temperaturas de evaporación, mientras que la curva 152 representa la producción del aparato de 20,32 mm en la misma gama. Se verá que los dos aparatos se comportan igualmente en condiciones de punto nominal, punto 154, y se comportan de un modo similar a temperaturas de evaporación inferiores al punto nominal. No obstante, a temperaturas de evaporación más elevadas, el comportamiento del aparato de 9,025 mm desciende con mayor rapidez que el comportamiento del aparato de 20,32 mm. Se verá que las curvas de la figura 15 se han trazado partiendo de resultados experimentales reales y que están a escala.

El núcleo de bandas enrolladas 120 puede reemplazar al núcleo laminado 31 en el compresor 20 de la figura 2. En este conjunto de compresor, los tirantes 35 y 36 atraviesan un par de aberturas virtualmente triangulares 131 y 133 que se forman en el área de unión a tope de los bucles interiores 122 y 124 y se unen por los bucles interiores y el bucle exterior 132 según se verá con más detalle en la figura 12. Las aberturas 131 y 133 dan al núcleo 120 un mayor grado de "pendiente" lateral en la erapa de montaje, facilitando de este modo la ali-

neación automática expuesta anteriormente con respecto a la figura 4. Además, el núcleo enrollado en bandas no es comprimible en la dirección de atirantamiento de los tirantes 35 y 36. Por esta razón, resulta más fácil mantener las tolerancias de alineación cuando se utiliza el núcleo 120.

El material descrito anteriormente con referencia a las figuras 1 a 7, así como el concepto general de fabricación del entrehierro que se muestra en las figuras 11 y 12, son el objeto de la solicitud arriba detallada de Michael R. Bidol que tiene la misma fecha de presentación que la presente solicitud y asignado a la misma entidad que ésta. Este material se describe en esta solicitud para facilitar la comprensión de la presente invención y porque en el mejor método actualmente conocido para la práctica de la invención.

Se ha construido y sometido a pruebas varias modalidades prácticas de compresor 20; una de dichas modalidades es el aparato de 11,50 calorías/segundo (nominal) mencionado anteriormente y trazado a escala en las figuras 1-5. A título de ejemplo pero no de limitación los parámetros que contribuyen a la curva de reluctancia lineal de baja inclinación y la elevada eficacia del compresor resultante en las condiciones nominales son como siguen:

Masa del pistón 42	77,01 g/masa
Masa de la armadura 40	362 "
Masa del eje 41	58,89 "
Masa de la abrazadera 50	54,36 "
Masa efectiva de los muelles 44 y 45 (1/3 de la masa real)	36,20 "
Fuerza de los muelles 44 y 45	3570 kg/m
Material de la barra 41	acero 1060

	Area neta en sección transversal del inducido 40	798 cm ²
	Area total en sección transversal del inducido 40 (y 41)	1496 cm ²
5	Area efectiva en sección transversal de las piezas polares 32a y 32b	14,51 cm ²
	Resistencia de los devanados 32 y 33	2,10 ohms
	Número de espiras en los devanados 32 y 33	400
10	Presión de aspiración del refrigerante	0,308 kg/cm ²
	Presión de descarga del refrigerante	12,60 "
	Temperatura del refrigerante al penetrar en la carcasa del compresor	32,2°
	Núcleo	29,36 mm de diámetro
15	Area de trayecto del flujo	14,51 cm ²

En la modalidad práctica con los parámetros anteriores que sirven de ejemplo, se midieron los resultados siguientes en condiciones nominales normales de la industria de refrigeración al cabo de 10.000 horas de funcionamiento.

20	Capacidad	33,95 calorías/seg.
	Consumo de energía	134 watios
	Rendimiento	0'2534 calorías/seg. / watio-hora (weston)

Además los resultados siguientes, que son difíciles de medir con precisión en un compresor de trabajo lineal, se calcularon partiendo de un análisis de ordenador del modelo de 11,50 calorías/segundo, siendo el análisis similar al expuesto anteriormente con relación a la figura 6:

	Longitud de carrera	13,71 mm
30	Posición del ciclo de energía de co-	

	Corriente alterna en el "punto muerto superior" de funcionamiento	91 grados
	Posición del ciclo de energía de corriente alterna en la posición de nivelación	207 grados
5	Corriente en la posición de nivelación	4,9 amperios
	Flujo en la posición de nivelación	213 kilomaxwell
	Posición de la energía de corriente alterna en flujo máximo	108 grados
10	Corriente en el flujo máximo	7 amperios
	Flujo máximo	231 kilomaxwell
	Fuerza del muelle en el "punto muerto superior" del funcionamiento	-104 kg/m
15	Fuerza del muelle en el "punto muerto inferior" de funcionamiento	+56,62 kg/cm
	Posición de la energía de corriente alterna en la apertura de la válvula de descarga	252 grados
20	Según se ha indicado anteriormente, la curva de reluctancia 70 en la figura 7 indica que esta modalidad consiguió el objetivo de tener una curva de reluctancia lineal de baja pendiente. Además, los datos anteriores indican que el objetivo de conseguir un flujo máximo en la posición de nivelación	
25	se ha conseguido dentro del 8 %.	
	Por la descripción anterior resultará ahora evidente que el invento proporciona un motor de compresor lineal de núcleo móvil que satisface plenamente los objetos y ventajas expuestos anteriormente. A pesar de que el invento se ha descrito	
30	con relación a modalidades específicas del mismo, es evidente	

que serán evidentes a los expertos en la materia muchas alter-
nativas, modificaciones y variaciones a la vista de la des-
cripción anterior. Además es evidente que, a pesar de que el
invento se ha descrito y ejemplificado con relación a un sis-
5 tema de refrigeración, el invento tiene igual aplicación a
otros tipos de sistemas refrigerantes y que, verdaderamente,
muchos principios del invento pueden tener aplicación en gene-
ral a bombas de gas, por ejemplo compresores de aire o simi-
lares. Por consiguiente, se pretende que el invento abarque
10 todas las variantes, modificaciones y variaciones que queden
comprendidas dentro del espíritu y amplio alcance de las rei-
vindicações adjuntas.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así
como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse cons-
15 tar que las disposiciones anteriormente indicadas son suscep-
tibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su
principio fundamental.

REIVINDICACIONES

5 1.- Procedimiento para formar núcleos magnéticos, de la
clase utilizada en motores eléctricos de movimiento alterna-
tivo, del tipo en que un inducido de permeabilidad magnética
se sitúa para realizar movimiento axialmente alternativo den-
tro de un entrehierro de un circuito electromagnético fijo,
que lleva dicho núcleo magnético, caracterizado porque com-
prende las etapas de arrollar en espiral un primer y un segun-
do bucles espirales de material magnético en banda; colocar
10 dicho primer y segundo bucles sobre un plano común perpendicu-
lar al eje de movimiento alternativo del inducido, de forma
que los lados adyacentes de los bucles interiores queden a to-
pe plano sobre un plano perpendicular a dicho plano común; su-
jetar dichos bucles interiores a tope unidos apretados entre
15 sí; y formar el entrehierro en el área de unión a tope de di-
chos bucles interiores, siendo el eje geométrico central del
espacio de aire coaxial con dicho eje de movimiento alterna-
tivo y perpendicular al plano común.

20 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracteri-
zado porque la etapa de formar el espacio de aire comprende
las fases de mecanizar en dicha área de unión a tope un ánima
cónica coaxial con dicho eje de movimiento alternativo; expan-
dir el ánima cortando a través del área de tope sobre un pri-
mer plano perpendicular a dicho plano de unión a tope y para-
25 lelo pero desplazado en una primera dirección de dicho eje
de movimiento alternativo; y expandir además dicha ánima cor-
tando a través del área de unión a tope sobre un segundo pla-
no paralelo a dicho primer plano pero desplazado del eje de
movimiento alternativo en una segunda dirección opuesta a la
30 primera dirección.

3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el ánima cónica tiene un diámetro geométrico menor que es menor que la anchura de dicha área de unión a tope midiéndose dicha anchura perpendicular al área de unión a tope.

4.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque las distancias de desplazamiento del primer y segundo plano son virtualmente iguales.

5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la distancia entre el primer y el segundo plano es mayor que el 16,7 % del área en sección transversal de dicha área de unión a tope medidas sobre un plano paralelo al primer y segundo plano.

6.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la distancia entre el primer y el segundo plano es virtualmente igual al 35,5 % de dicha área de sección transversal.

7.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la fase de sujetar los bucles unidos a tope comprende las etapas de enrollar alrededor de la periferia de dichos bucles unidos a tope un bucle espiral exterior de material en banda en dicho plano común y clavar el bucle exterior para sujetar los bucles interiores apretados entre sí.

8.- Procedimiento para formar núcleos magnéticos, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 30 hojas escritas a máquina por una sola cara.

12 NOV. 1976

Madrid,

TECUMSEH PRODUCTS COMPANY.

GOMEZ ACEBS Y MUEDEZ

Ingenieros Industriales

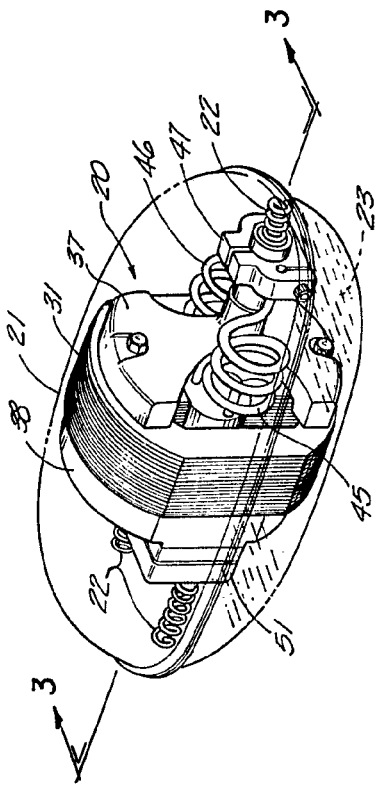


Fig-1

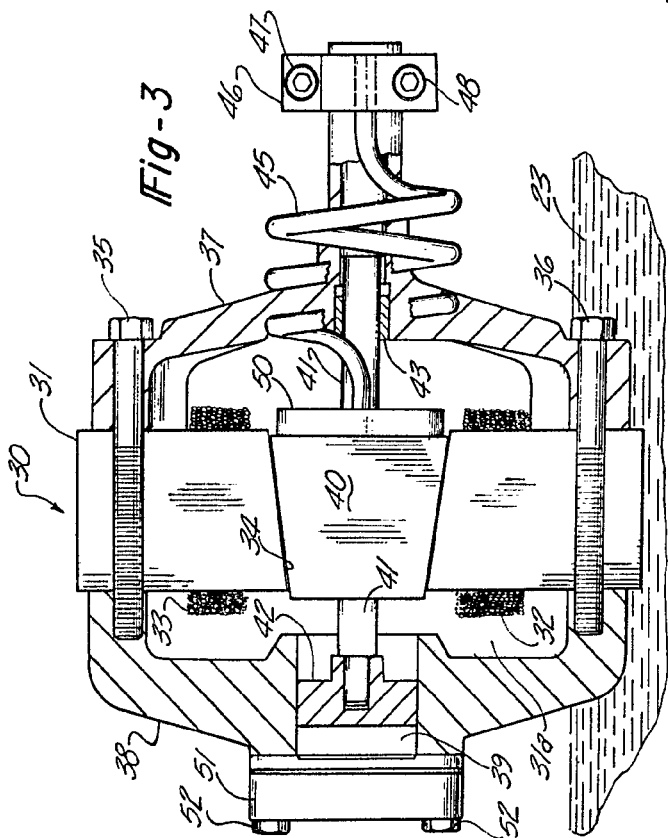


Fig-3

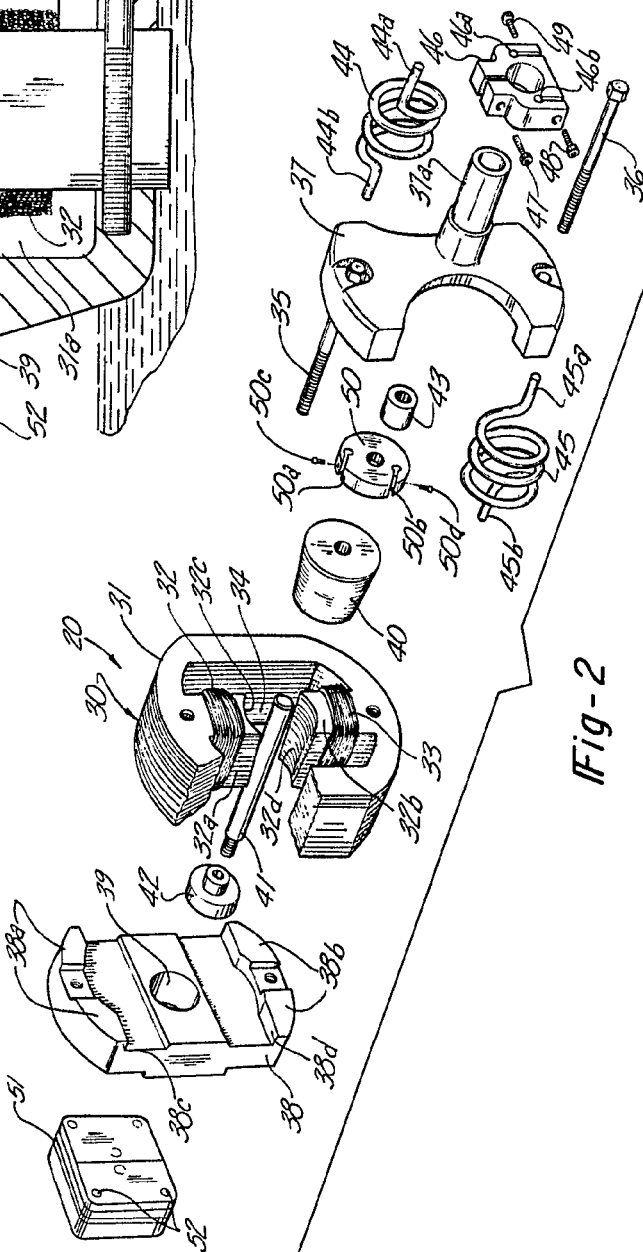


Fig-2

ESCALA VARIABLE

12 MAY 1975

BUENOS AIRES Y MONT
D. P. Filmerio L. Guido Fortich

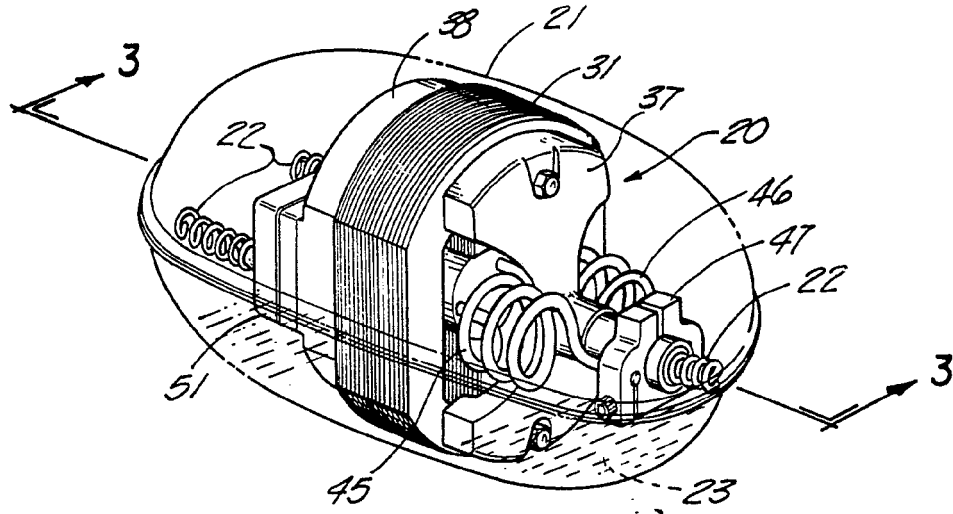


Fig-1

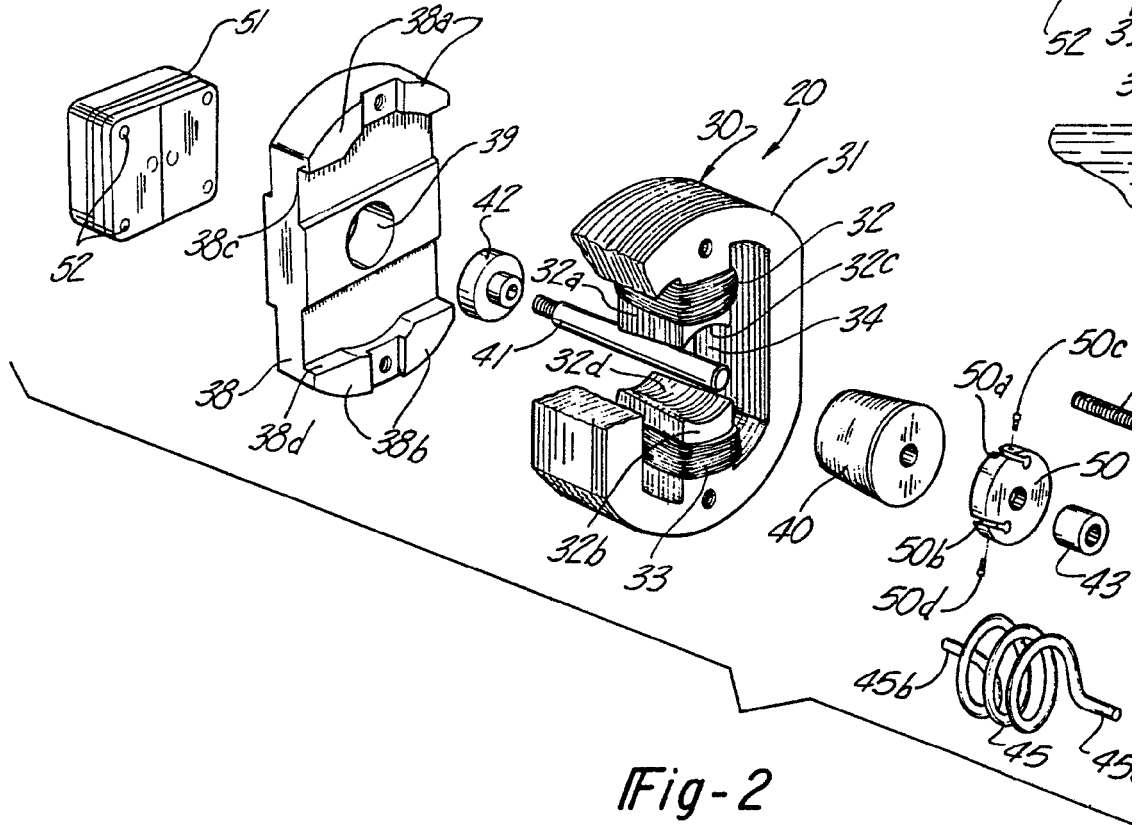


Fig-2

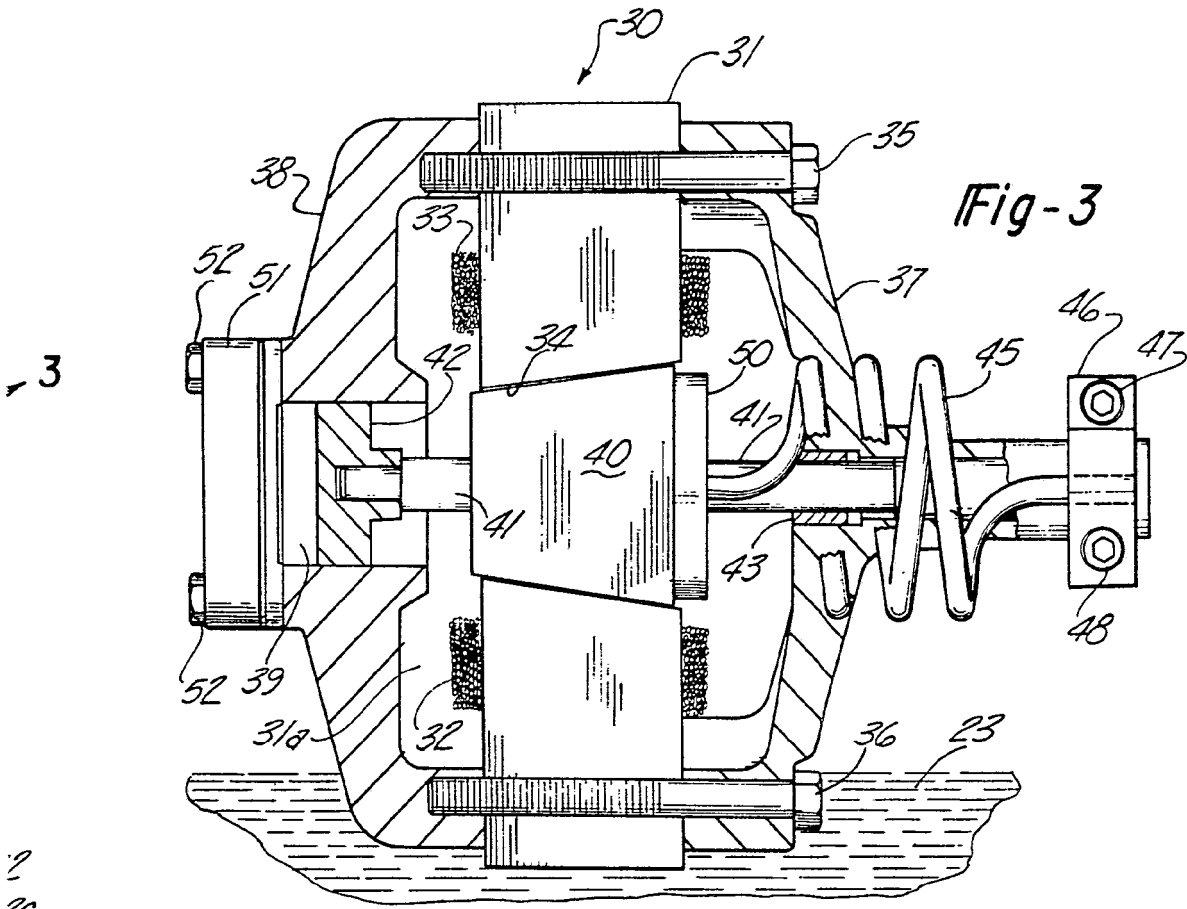
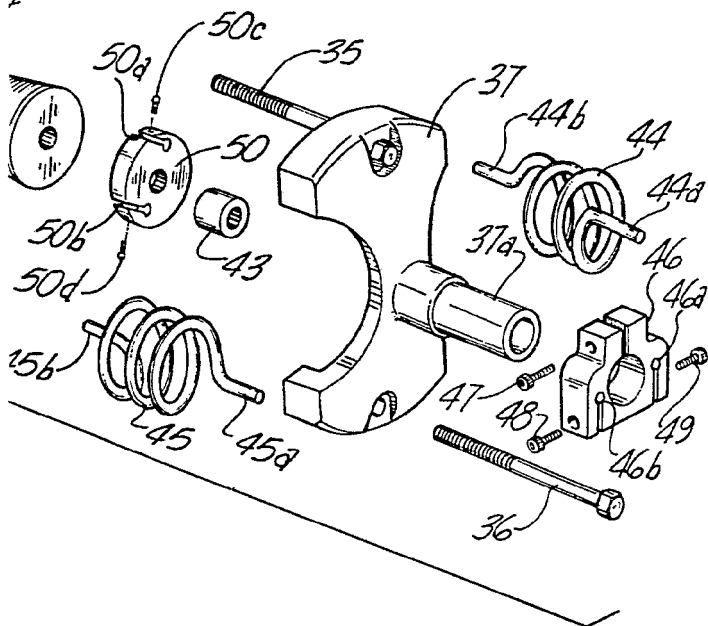


Fig-3

2
3
1



ESCALA
VARIABLE

12 NOV 1976
Madrid

BUNEZ ACEBS Y MUÑOZ
P. Firmador L. Goeta Forman

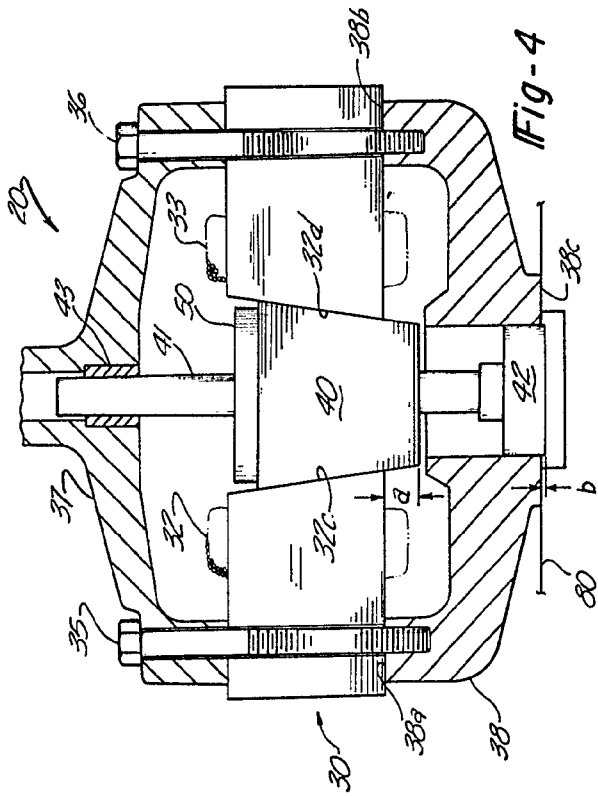


Fig-4

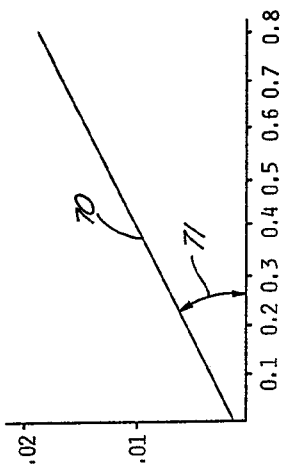


Fig-7

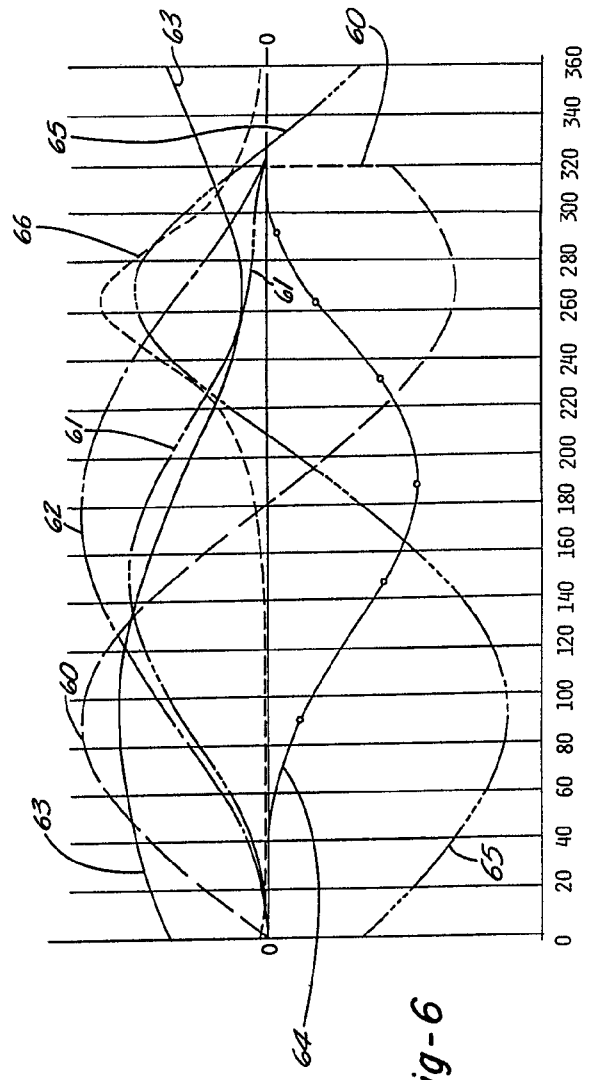


Fig-6

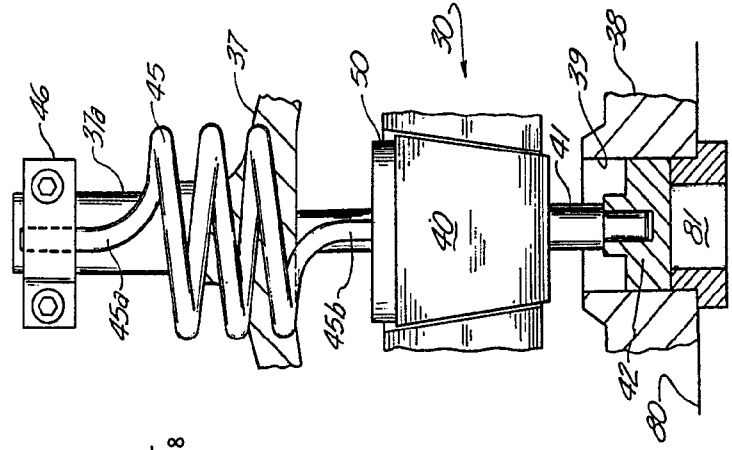
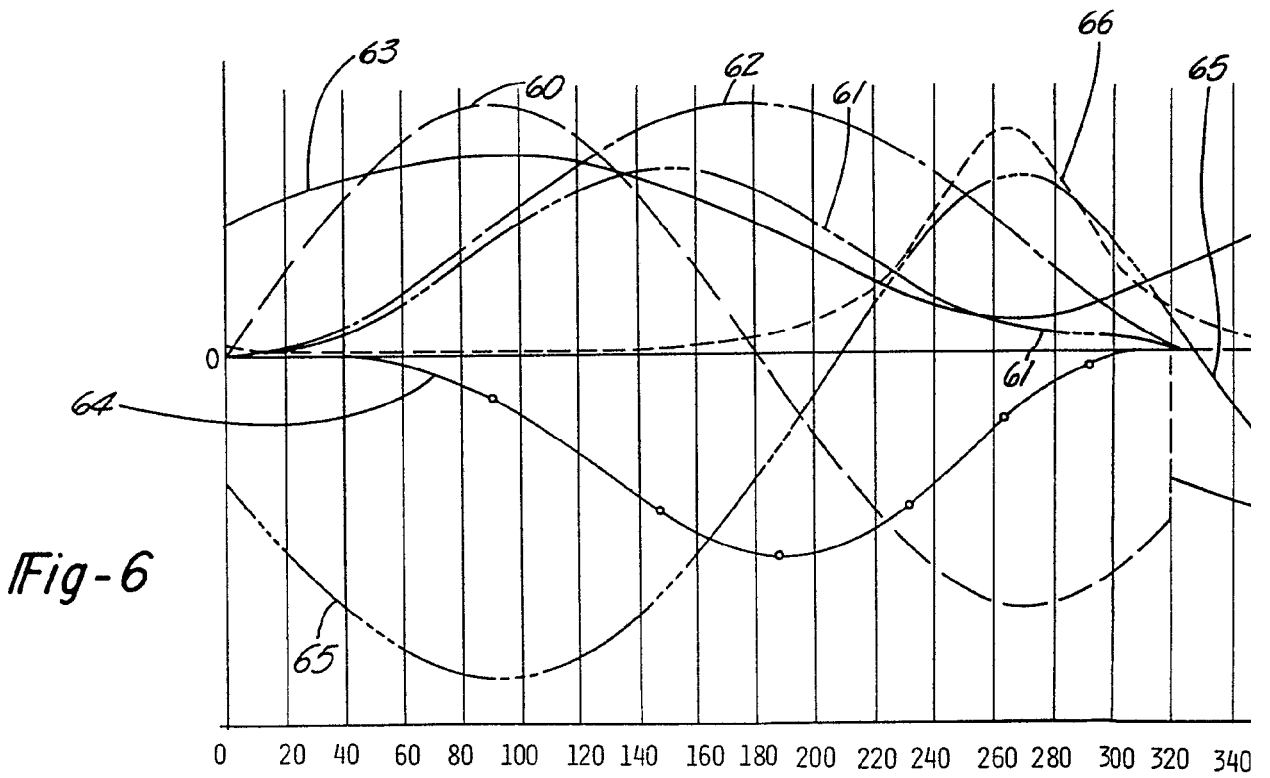
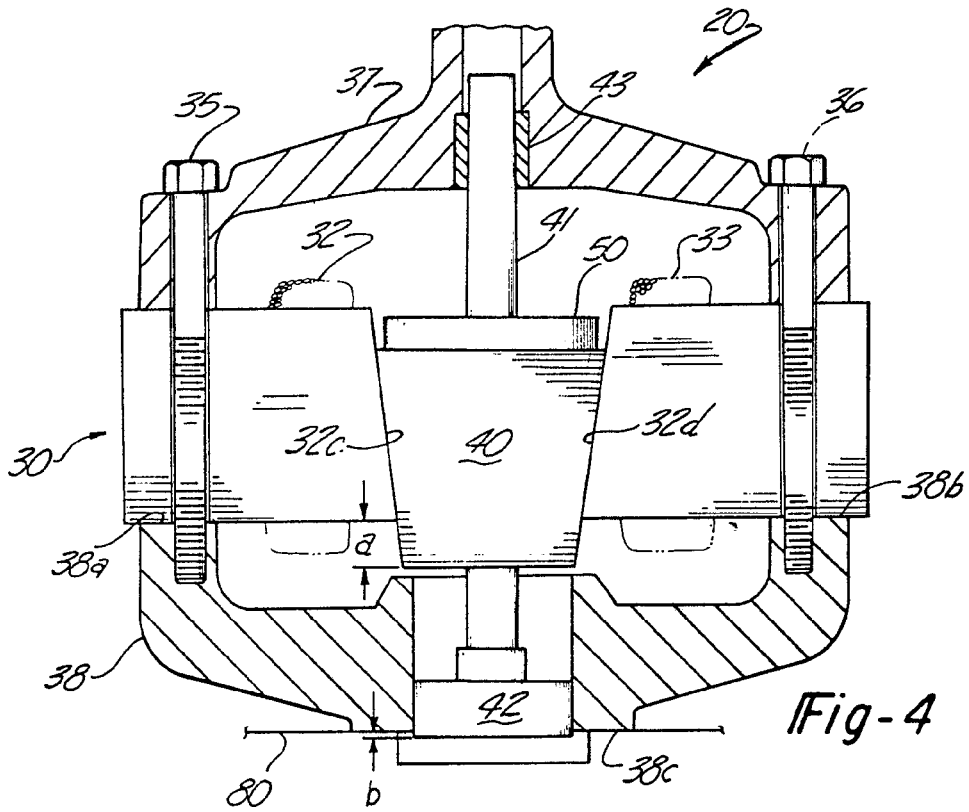


Fig-5

ES
VARIABLE

Madrid 12 N° 78

BOYCE AGENTS P. 1111
S. 1111



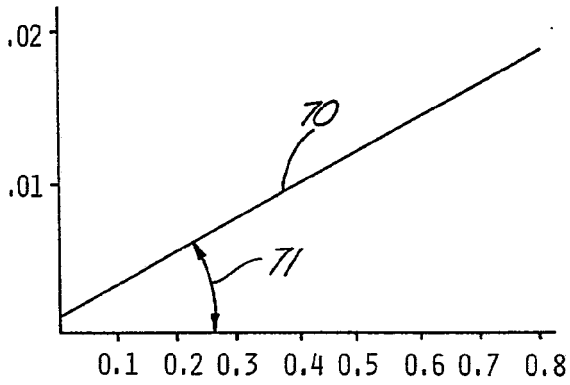
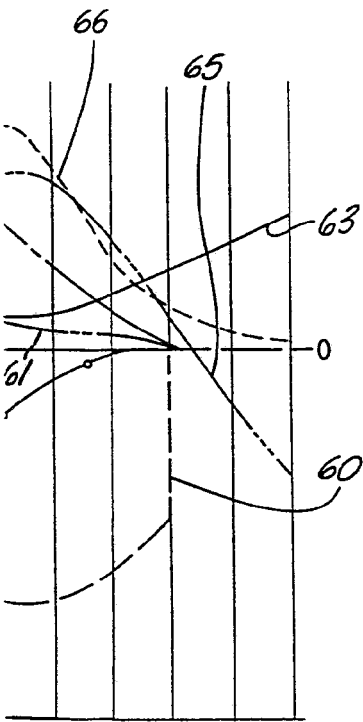


Fig-7



0 280 300 320 340 360

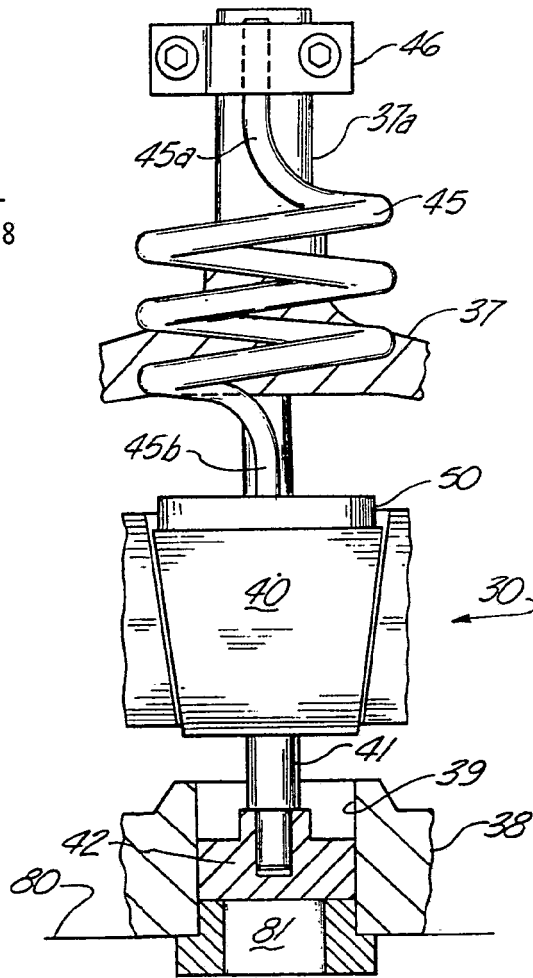


Fig-5

ES VARIABLE A

Madrid 92 nº 176

SOMEZ ACEBS Y REYES

Avda. Elmadal, 1, Getafe, Madrid

[Handwritten signature]

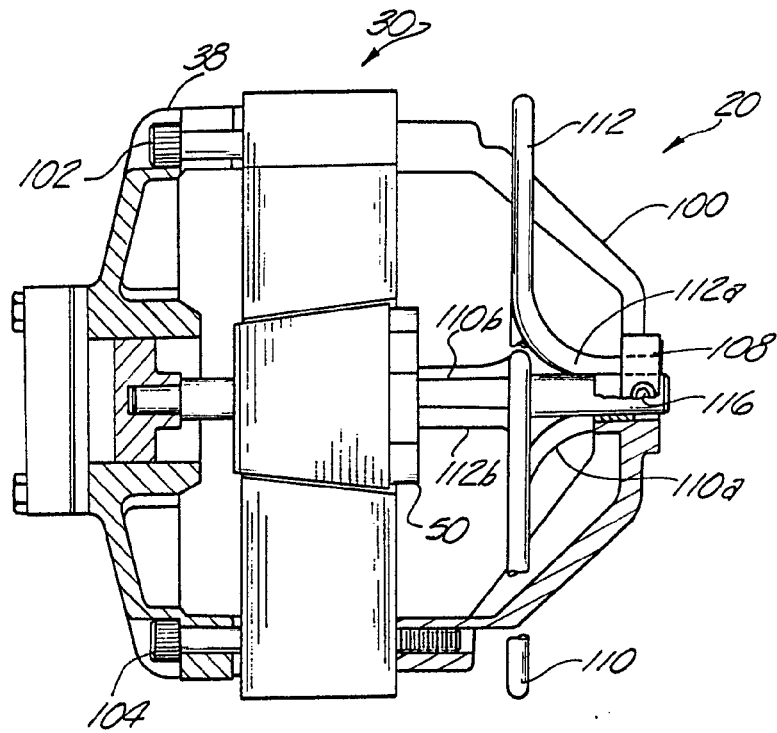


Fig-8

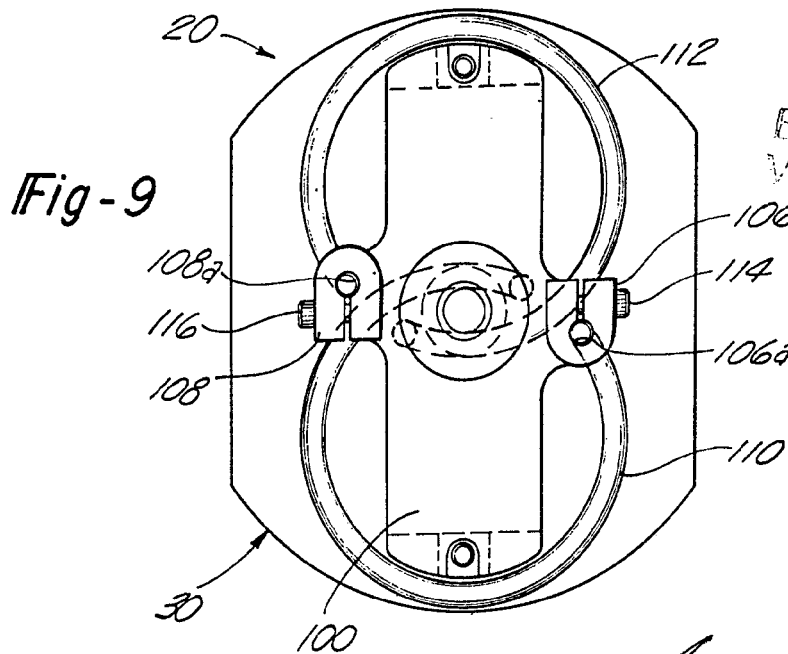


Fig-9

ESCALA VARIABLE

Madrid 12 NOV 1976

GOMEZ ACEBA Y CAJAL
P. P. Alameda L. Castellanos

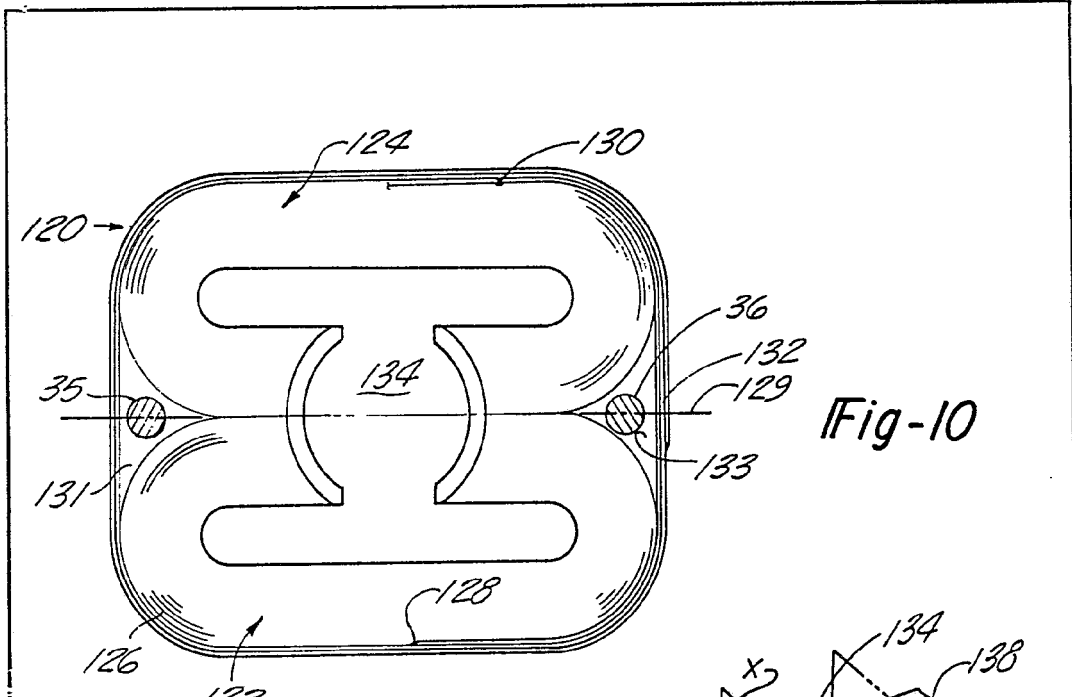


Fig-10

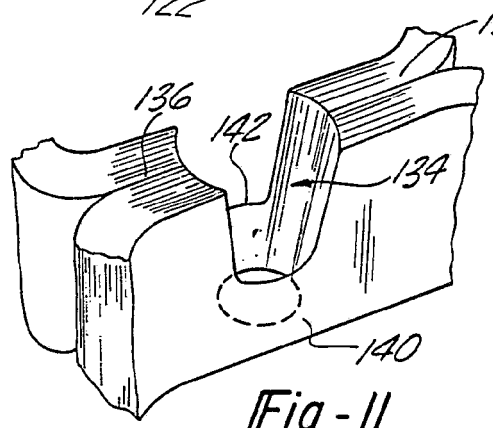


Fig-11

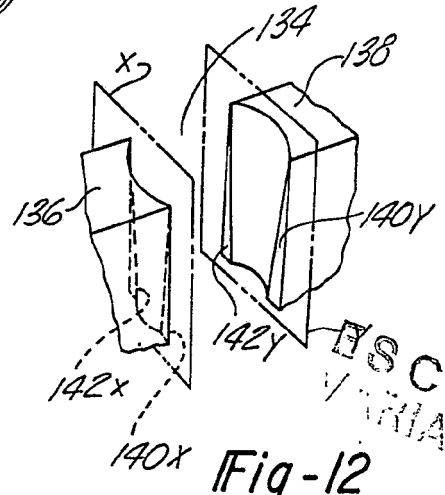


Fig-12

ESCALA VARIABLE

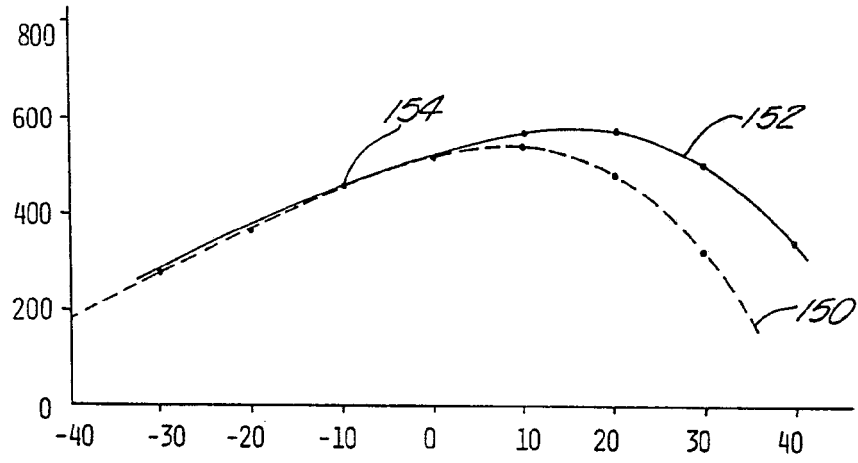


Fig-13

Madrid 12 NOV 1976

GOMEZ AGUIRRE Y CAÑA
P.º Firmador L. G. G. G.

[Handwritten signature]