

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

19 ABR 1978
BOLETIN OFICIAL DE PATENTES

PATENTE DE INVENCION

| | | |
|-------|-----------------------|-------|
| 19 ES | 11 NUMERO | 10 A1 |
| 21 | 461.692 | |
| 22 | FECHA DE PRESENTACION | |
| | 17-8-77 | |

| | | |
|-----------------|----------|---------|
| 30 PRIORIDADES: | 32 FECHA | 33 PAIS |
| 31 NUMERO | | |
| 719.664 | 1-9-76 | USA |

| | | |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 47 FECHA DE PUBLICIDAD | 51 CLASIFICACION INTERNACIONAL | 62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA |
| | F16J | |

| |
|---------------------------|
| 64 TITULO DE LA INVENCION |
| CILINDRO ANGULAR |

| |
|------------------------|
| 71 SOLICITANTE (S) |
| GEORGE J. DOUNDOULAKIS |

| |
|--|
| DOMICILIO DEL SOLICITANTE |
| 2498 Kayron Lane, No. Bellmore, LONG ISLAND, 11710 ESTADOS UNIDOS. |

| |
|---|
| 72 INVENTOR (ES) |
| El señor solicitante, de nacionalidad estadounidense. |

| |
|-----------------|
| 73 TITULAR (ES) |
| |

| |
|----------------------------|
| 74 REPRESENTANTE |
| D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU |

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Se describe una combinación de cilindro y pistones dispuestos angularmente para constituir una cámara de compresión y de expansión en un gran número de aparatos tales como

5 compresores, bombas, motores de combustión interna y externa, generadores hidrostáticos, motores neumáticos, etc., en los cuales unas cámaras de compresión y de expansión están formadas angularmente, en el interior de un tambor cilíndrico que gira a una velocidad sustancialmente uniforme " ω_0 ". Las cámaras

10 están formadas entre N pistones radiales externos constituidos por el tambor y N pistones radiales internos montados en un rotor interior que acelera y decelera desde la velocidad cero hasta una velocidad " $2\omega_0$ " con relación a un recinto fijo. Un solo orificio por cámara constituye el orificio de

15 admisión y de escape al entrar en coincidencia con ranuras, formadas azimutalmente en la base del recinto fijo. Los pistones radiales internos que oscilan en el ángulo subtense entre los pistones externos, no cruzan los orificios; por tanto el aceite de lubricación puede pasar entre un par de elementos

20 de estanqueidad situados a lo largo de aquellos bordes de los pistones que efectúan un movimiento deslizante respecto a otros elementos del aparato. Se describe la aplicación de este cilindro angular en el diseño de un aparato "Tri-Rotor" mejorado.

25

AMBITO DEL INVENTO

El invento se refiere a combinaciones de cilindro y pistones utilizadas para asegurar la compresión y/o la expansión de los fluidos (líquidos y gases inclusive) en aparatos tales como bomba, compresores, motores neumáticos, motores de combustión interna y externa y aparatos parecidos. En

30

particular, el modo de realización preferido del invento se refiere a un cilindro con ambas bases cerradas en la forma de un tambor, que está conectado rígidamente y que gira conjuntamente con un eje, estando el tambor provisto de pistones radiales sujetos en él internamente y de manera rígida, que se extienden radialmente y están intercalados, con otros pistones radiales soportados de manera rígida por un rotor que puede efectuar un movimiento telescópico sobre un eje, acelerando y decelerando azimutalmente dicho rotor con relación al tambor que gira de manera uniforme.

DESCRIPCION DE LA TECNICA ANTERIOR

El tipo más corriente de combinación cilindro/pistón para realizar la compresión y/o la expansión de fluidos en aparatos tales como bombas, compresores y motores de combustión interna y externa, es el cilindro lineal en el cual la longitud axial se cambia por medio del desplazamiento axial de por lo menos un pistón deslizante. Se deja que el fluido sometido a la acción del cilindro penetre en este último y salgá a continuación a través de unas válvulas que abren y cierran unos conductos a intervalos predeterminados, sincronizados con la rotación de un cigüeñal.

En la técnica anterior, el cuerpo de cilindro está conectado de manera rígida y forma parte del cuerpo del cárter.

El movimiento axial de los pistones está igualmente asociado con un cigüeñal con los cuales están conectados los pistones por medio de unas bielas. En el caso de bombas y compresores, se aplica un par giratorio externo al cigüeñal, el cual a su vez desplaza los pistones con un movimiento axial por medio de unas bielas de conexión. En el caso de moto

res de vapor, el movimiento axial de los pistones se transforma en rotación del cigüeñal por medio de las bielas de conexión. En el caso de motores de combustión interna utilizando pistones axiales se obtiene en primer lugar la energía de rotación a partir de la acción de volante del motor, la cual se transforma a continuación en movimiento axial del pistón para comprimir un fluido, por ejemplo aire o una mezcla de aire y combustible. A continuación, cuando se enciende el combustible, el movimiento axial del pistón se transforma en par giratorio del cigüeñal. Las bielas de conexión entre pistones y cigüeñal se utilizan en el caso de motores de combustión interna utilizando pistones axiales, para transferir energía en ambas direcciones, desde el cigüeñal hasta el pistón axial y viceversa.

La transformación de un movimiento lineal en un movimiento giratorio no se realiza sin dificultades. Ya que la fuerza aplicada al cigüeñal se ejerce en la dirección de la biela de conexión, mientras que la fuerza del pistón se ejerce a lo largo del eje del cilindro, existe una componente de fuerza orientada hacia los aros de pistón para equilibrar estas dos fuerzas. Las fuerzas dirigidas hacia el lado del cilindro crean una fuerza de fricción (del orden de $0,98 \text{ Kg/cm}^2$ - 14 libras/pulgada² de superficie del pistón) que se opone al movimiento del pistón.

Ya que un solo cilindro con su pistón constituye un motor, la mayoría de los motores de combustión interna actuales están constituidos por grupos de dichas unidades de motor. Los cilindros no se adaptan fácilmente los unos después de los otros. Además, varios otros componentes tales como un cigüeñal y unos pares de válvulas de distribución están obli-

5 dos a trabajar conjuntamente. La disposición en V-8 representa una mejora respecto a la configuración vertical anterior y un equilibrado cuidadoso ha eliminado en su mayor parte las vibraciones molestas generadas por el movimiento lineal. Por otra parte, los motores constituidos por varios cilindros y pistones utilizan el espacio de manera muy defectuosa. Igualmente son muy pesados. Lo que el motor con pistón animado de un movimiento axial tiene en su favor es el extenso trabajo de investigación y desarrollo que se le ha dedicado durante muchos años.

10 A través de los años, desde la época de Watt, se han hecho varios intentos para mejorar el rendimiento, utilizando dispositivos giratorios en los cuales la presión en el interior del cilindro actúa sobre unos pistones radiales dispuestos alrededor del eje de salida, de modo que la interacción se efectúe directamente bajo la forma de un par. La turbina constituye uno de estos intentos. El motor Wankel es otro intento. Otro tipo de diseño de motor giratorio, que ha sido propuesto, está basado en lo que ha sido llamado pistones de "acción de tijeras", que se representa en la figura 1. Aunque se haya realizado varias disposiciones en el curso de los años para el control de los pistones con acción de tijeras, los mismos pistones, en general, están soportados desde una zona situada alrededor del eje central 20 por medio de unos ejes telescópicos tales como 18 y 19 en una disposición que se parece a la de una bisagra de puerta de dos secciones, representando las secciones planas los pistones 22a, 22b, 22c y 22d. Los pistones funcionan en el interior de un cilindro angular fijo 24, el cual forma parte del cárter 26. Las cámaras 28a, 28b, 2c y 28d están formadas entre el cárter 26 y

15
20
25
30

los ejes telescópicos 18 y 19, mientras que su extensión angular variable está determinada por la separación angular de los pistones tales como 22a y 22b. Cuando cada eje telescópico soporta un par de pistones como es el caso general, existen
5 cuatro cavidades formadas en el interior del cilindro 24, tales como las cámaras 28a, 2b, 28c y 28d. Pueden efectuar los cuatro tiempos de un tiempo de Otto: admisión, compresión, im- pulso motor y escape. Para realizar la expansión y la contrac- ción de las cámaras, un par de pistones tales como 22a y 22c
10 están mantenidos fijos mientras que el segundo par de pistones, tales como 22b y 22d realizan una rotación de 90° en una direc- ción de rotación particular. A continuación, el segundo par de pistones 22b y 22d se mantiene fijo mientras que el primer par de pistones 22a, 22c, gira 90° en la misma dirección de rota- ción. Esta acción se llama corrientemente efecto de "gato y
15 ratón".

Se han realizado motores de acción de tijera reales, y, se informa que han facilitado resultados impresionantes, principalmente por lo que se refiere a la relación entre po-
20 tencia y peso. Al mismo tiempo, los motores de acción de ti- jera han presentado los inconvenientes siguientes:

(a) Los pistones están mantenidos por unos ejes te-lescópicos 18 y 19 y están mantenidos a lo largo de la mitad de su altura tal como en 32a y 32b, respectivamente, y están
25 montados de manera voladiza a lo largo de su otra mitad. Por tanto, a lo largo de las porciones de los pistones 33a y 33b, respectivamente, no existe soporte. Por tanto, los pistones constituyen estructuras inherentemente endebles, salvo si se les dota de una masa sustancial, lo que aumenta el momento
30 de inercia de los pistones y por tanto reduce su capacidad de

aceleración rápida.

(b) La estanqueidad entre las cámaras adyacentes presenta dificultades. Esto conduce a dos alternativas:

5 i. No se utilizan elementos de estanqueidad especiales. Por tanto, debe dejarse un espacio entre los pistones 22a, 22b, 22c y 22d, y la superficie interna del cilindro 26 para impedir un bloqueo entre pistón y cilindro debido a una dilatación térmica no uniforme. Este espacio contribuye a crear pérdidas de presión y combustible.

10 ii. Se utilizan elementos de estanqueidad tales como 42a y 42b que corresponden a los aros de pistón. Por consiguiente se plantean dificultades para lubricar estos elementos. En el caso de motores de combustión interna, si el aceite se quema con el gas, es preciso suministrar aceite de manera continua con el peligro de aumentar los productos contaminantes. Si el aceite debe circular alrededor de los pistones, entre
15 los elementos de estanqueidad tales como 42a y 42b y el interior del cilindro 26, el aceite puede escaparse por los orificios de admisión y de escape tales como el orificio 45, así como en la abertura de montaje de la boquilla, cuando los pistones radiales pasan encima de estos orificios.
20

 La obtención de la estanqueidad en cada pistón alrededor de las 7/8 partes de su periferia presenta dificultades. La estanqueidad se obtiene más fácilmente en configuraciones toroidales, pero sigue en pie el problema de la salida del aceite por los orificios.
25

 Usualmente es el paso de los pistones sobre los orificios el que determina el cierre o la abertura de los mismos. En el caso de motores de acción de tijeras, en lugar de utilizar válvulas de distribución. Por tanto, se necesitan pistones
30

anchos y usualmente macizos para sincronizar adecuadamente la admisión y el escape, y los problemas de estanqueidad siguen sin resolver.

5 En una solicitud de patente anterior, todavía pendiente por "Motor de Tres Rotores", número de serie 554560 de la cual la presente solicitud de patente puede ser considerada como continuación parcial, se ha demostrado que puede construirse un motor giratorio mejorado si ambos pares de pistones intercalados se desplazan simultáneamente con relación al
10 cuerpo del motor.

 Los cilindros angulares representados en dicha solicitud de patente padecen del hecho de que la superficie de pared interna del cilindro donde funcionan los pistones radiales pertenece a tres elementos separados del aparato; concretamente,
15 a los dos rotores que se utilizan para mantener los pistones radiales intercalados, un primer rotor que constituye la superficie de pared cilíndrica interna y una pared de base plana, el segundo rotor que proporciona la otra pared de base plana del cilindro, y a la parte fija del motor que constituye
20 la superficie cilíndrica externa del cilindro donde funcionan los pistones radiales. La debilidad de este diseño consiste en el hecho de que durante la explosión de la mezcla combustible, la superficie interna del motor tiende a separarse debido al efecto de la presión interna. Por tanto, es preciso utilizar
25 cojinetes de empuje con una considerable pérdida debida a la fricción, entre los rotores laterales y el cárter para impedir que el cilindro donde actúan los pistones radiales se separe.

 Otro punto débil del diseño de cilindro de esta solicitud de patente de Motor de Tres Rotores, es el excesivo
30 momento de energía de los rotores acelerados. Este momento de

energía se debe al hecho de que el rotor forma la base externa del cilindro donde actúan los pistones radiales.

OBJETOS DEL PRESENTE INVENTO

5 El objeto principal del presente invento consiste en proporcionar una combinación eficaz de cilindro/pistones angulares para realizar la compresión y/o la expansión en aparatos tales como bombas, compresores y motores de compresión externa e interna.

10 Otro objeto principal del presente invento consiste en proporcionar una pluralidad de cámaras de expansión/compresión en el interior de un solo cilindro donde se produce solamente un movimiento giratorio, eliminando así la necesidad de un movimiento axial y las fuerzas de fricción del pistón asociadas con la transformación de un movimiento axial de los
15 pistones en movimiento giratorio del cigüeñal.

Otro objeto principal del presente invento consiste en proporcionar un diseño nuevo para cilindros de compresión/expansión azimutal destinados a ser utilizados en bombas, compresores, motores de compresión interna y externa, etc., en
20 el cual los pistones radiales están mantenidos de manera rígida a lo largo de la totalidad de su longitud axial, lo que permite utilizar pistones pequeños, ligeros y resistentes.

Otro objeto del presente invento consiste en proporcionar un cilindro cerrado en ambas bases bajo la forma de un
25 tambor, que se utiliza para la compresión/expansión de fluidos, estando dicho cilindro separado del cuerpo del aparato donde funciona, lo que permite que dicho cilindro pueda girar respecto al cárter fijo del aparato donde funciona para una utilización más eficaz del espacio.

30 Otro objeto del presente invento consiste en propor-

cionar un cilindro de compresión/expansión que puede dividirse azimutalmente en un cierto número de cámaras separadas cuyo volumen varía como resultado del movimiento de los pistones y del mismo cilindro.

5 Otro objeto más del presente invento consiste en proporcionar un cilindro que tiene la forma de un tambor giratorio independiente del cárter del motor, estando dicho tambor provisto internamente de pistones radiales externos sujetos de manera rígida en él. El volumen interno del tambor puede dividirse en un cierto número de cámaras que se contraen y
10 que se dilatan bajo la forma de un rotor interno, que lleva igualmente unos pistones radiales intercalados con los pistones del tambor, que acelera y decelera con respecto al tambor giratorio.

15 Otro objeto más del presente invento consiste en proporcionar cámaras de expansión/contracción azimutal eficaces destinadas a ser utilizadas en aparatos tales como bombas, compresores y motores de combustión interna y externa, en los cuales los pistones acelerados no tienen que cruzar los orificios de entrada y de escape o los orificios utilizados para
20 formar una chispa, lo que permite que el aceite de lubricación pase entre los elementos de estanqueidad y la superficie interna del tambor alrededor de los pistones radiales, sin escaparse por los orificios de admisión o de escape.

25 Otro objeto suplementario del presente invento consiste en proporcionar una combinación de cilindro/pistones angulares con pistones de momento de energía reducido que permiten cambios rápidos del volumen de las cámaras.

Otro objeto del presente invento consiste en proporcionar
30 cámaras de compresión/expansión en el interior de un

tambor giratorio, abriéndose y cerrándose automáticamente los orificios de admisión y de escape, así como los orificios de aplicación de chispa, debido a la coincidencia de ranuras azimutales formadas en una base fija del aparato donde funciona el tambor, y unos orificios formados en la base del tambor que está en contacto deslizante con dicha base fija de dicho aparato.

RESUMEN DEL INVENTO

En resumen, de acuerdo con el presente invento, se utiliza un tambor cilíndrico giratorio herméticamente cerrado en tres lados (la superficie cilíndrica externa y las dos bases) con unos orificios circulares en el centro de las bases donde puede adaptarse un rotor interno. El tambor giratorio está provisto en su interior y sujeto rígidamente en él, de un cierto número de pistones radiales externos, mientras que el rotor interno está provisto igualmente, sujeto rígidamente en él, de un número igual de pistones internos, radiales (como se representa en las figuras 2 y 6) intercalados con los pistones radiales externos. Estando el rotor interno y el tambor soportados mutuamente sobre unos cojinetes, las paredes laterales de las cámaras angulares de contracción/expansión formadas en el interior del tambor, pueden soportar presiones elevadas sin peligro de separarse y sin que sea necesario emplear cojinetes de empuje para impedir la explosión de las paredes del cilindro en la dirección axial.

Los pistones externos radiales están sujetos rígidamente en tres lados, en el interior del tambor, de modo que existe un contacto deslizante solamente entre el lado interno de los pistones externos radiales y la superficie de pared cilíndrica del rotor interno.

Los pistones internos radiales que tienen un momento de inercia relativamente reducido están conectados con el rotor interior a lo largo de la totalidad de su longitud axial y deslizan con respecto a la pared interna del tambor sobre tres de sus lados.

5

El tambor que constituye el cilindro donde actúan los pistones radiales, está soportado de manera giratoria por la pared externa del cárter y está conectado rígidamente con un eje central. La dilatación y la contracción de las cámaras se obtiene por medio del rotor interno que soporta los pistones internos, que aceleran desde una velocidad igual a cero con respecto al cárter hasta una velocidad igual al doble de la velocidad de rotación uniforme del tambor que soporta los pistones externos radiales.

10

15

La admisión y el escape pueden efectuarse cuando los orificios formados en la base externa del tambor coinciden con las ranuras formadas azimutalmente en la base fija del cárter, con el cual la base externa del tambor está en contacto deslizante continuo. Los pistones internos radiales no cruzan los orificios; oscilan simplemente entre los pistones radiales externos que están montados en el interior del tambor que gira constantemente. En el nuevo cilindro angular el aceite de lubricación puede circular entre los pares de elementos de estanqueidad alrededor del borde deslizante de los pistones radiales sin peligro de desperdicio por los orificios de entrada y de escape.

20

25

30

El invento se representa igualmente adaptado para formar parte de un dispositivo de tres rotores mejorados que pueden ser utilizados eficazmente como bomba, compresor, o motor de compresión interna o externa.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

El invento se ilustra diagramáticamente en los dibujos adjuntos, a título de ejemplo. Los diagramas ilustran solamente los principios del invento y cómo se llevan a la práctica estos principios en varios campos de aplicación. Sin embargo, se entenderá que la representación puramente diagramática no presenta un resumen de las otras construcciones posibles y que el hecho de alejarse de las características de construcción ilustradas diagramáticamente no implica necesariamente un alejamiento de los principios del invento.

Por consiguiente se entiende que los peritos en la materia podrán realizar en el invento numerosas modificaciones y variaciones sin alejarse del espíritu y del alcance del invento.

En los dibujos adjuntos, que forman parte de la presente memoria, se utilizan los mismos números de referencia para designar piezas correspondientes.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un cilindro angular de acción de tijeras, que pertenece a la técnica anterior, con una parte del cárter externo representada abierta para revelar la debilidad del diseño de acción de tijeras.

La figura 2 es una vista en perspectiva del invento con una parte del cárter externo y de la pared del tambor abierta para revelar:

- Un tambor giratorio;
- un par de pistones radiales que forman parte del tambor giratorio;
- un rotor interno con un par de pistones radiales internos montados rígidamente en él;
- unos orificios de admisión y de escape;

unos pares de elementos de estanqueidad a lo largo del borde deslizante de los pistones radiales;

un eje central solidario del tambor;

5 La figura 3 es una vista en perspectiva externa de un aparato "Tri-Rotor" que incluye dos cilindros angulares de acuerdo con el invento, estando abierta una parte del cárter externo y representándose en sección transversal la parte central del aparato para que puedan verse los componentes internos y el acoplamiento entre los dos lados del aparato.

10 Las figuras 4a y 4b son vistas en sección transversal en planta tomadas a lo largo de la línea 4-4 de la figura 3, que representan dos posiciones extremas de la unidad que interconecta los dos lados del aparato.

15 La figura 5 es una vista en planta de un aparato "Tri-Rotor" de la figura 3, que representa el dispositivo de regulación del movimiento del rotor.

20 La figura 6 es una vista en planta en sección transversal tomada a lo largo de la línea 6-6 de la figura 2 (que corresponde igualmente a la línea 6-6 de la figura 3) que representa los orificios de admisión y de escape y unas secciones transversales de los pistones radiales; las ranuras azimutales formadas en el cárter fijo se representan en líneas de puntos.

25 La figura 7 es una vista en sección transversal en planta tomada a lo largo de la línea 7-7 de la figura 2 (que corresponde también a la línea 7-7 de la figura 3) para representar las ranuras azimutales y los túneles formados en la base del cárter fijo para la alimentación de los orificios de admisión y de escape.

30 Las figuras 8a y 8b son vistas laterales en sección

transversal, tomadas a lo largo de las líneas 8a-8a y 8b-8b, respectivamente, de la figura 2, para representar unos detalles de un modelo preferido de elementos de estanqueidad utilizados para la estanqueidad de las superficies deslizantes de los pistones internos radiales y de la superficie interna del tambor.

Las figuras 9a y 9b son vistas laterales en sección transversal, tomadas a lo largo de las líneas 9a-9a y 9b-9b de la figura 2, que representan unos detalles de un modelo preferido de elementos de estanqueidad utilizados para la estanqueidad de las superficies deslizantes de los pistones externos y de la superficie cilíndrica del rotor interno.

DESCRIPCION DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACION PREFERIDOS

Haciendo referencia a la figura 2, se ve en ésta un cilindro angular 50 conjuntamente con un cárter fijo 52. El cilindro angular 50 incluye un tambor 60 de forma cilíndrica y que tiene una pared cilíndrica externa 62 y unas bases planas 61 y 63. El cilindro angular 50 incluye en su interior un par de pistones internos radiales 54a y 54b que están montados de manera rígida de modo que formen parte integrante de la pared cilíndrica externa 62, y de las bases 61 y 63 del tambor 60. Por tanto, los pistones radiales externos 54a y 54b están soportados en tres lados por las paredes del tambor 60. El tambor 60 está soportado de manera giratoria por un cojinete 64 que no se representa en la figura 2, (pero que se representa en la figura 3 con los números de referencia 64a, 64b y en la figura 7 bajo el número de referencia 64b). El tambor 60 está conectado preferentemente de manera rígida con el eje central 58. Sin embargo, es posible igualmente que se haga girar el tambor 60 desde el exterior por ejemplo por medio de engrana-

jes, y en este caso se monta un engranaje o dientes de engranajes equivalentes en el tambor 60. En las figuras, no se representa ningún engranaje.

5 En su interior, entre las bases 61 y 63 y de manera concéntrica con relación al tambor 60, el cilindro angular 50 contiene un rotor interno 65 en el cual están montados rígidamente unos pistones internos radiales tales como 56a y 56b. El rotor interno 65 está soportado radialmente por el cárter 66 por medio de un cojinete 72, no representado en la figura 2, 10 (aunque se representa en la figura 3 bajo la forma del cojinete 72b). El eje central 58 se mantiene alineado radialmente con respecto al cilindro angular 50 por medio de los cojinetes 73 y 74 que no se representan en la figura 2, (aunque se representan en la figura 3 bajo los números 73a, 73b, 74a, 74b). La posición axial del rotor 63 se mantiene fija y se impide el desplazamiento axial del rotor por medio de sus escalones 70 y 71 15 que se deslizan sobre la pared interna de las bases 61 y 63 del tambor, respectivamente. Este contacto deslizante puede efectuarse directamente o a través de arandelas finas hechas de un material especial dotado de mejores propiedades de fricción 20 que los metales del tambor y del rotor interno.

Los orificios de admisión y escape de fluido, tales como 75a, 75b y 76a, 76b son unos orificios formados en una de las bases del tambor 60. Los orificios 76a, 76b, 75a, 75b con 25 ranuras azimutales de escape 81a, 81b y 81c, 81d, respectivamente, se representan en la figura 6. Las ranuras de admisión tales como 80a, 80d y 80b, 80c están unidas por unos túneles, tales como 79a y 79b, respectivamente. Igualmente, las ranuras de escape, tales como 81a, 81c y 81b, 81d están unidas por unos 30 túneles internos 79c y 79d. Por consiguiente, los grupos de ra-

nuras comunican con la superficie del cárter a través de los túneles internos formados en las bases del cárter fijo. Por ejemplo, las ranuras de escape 81a y 81c y el túnel interno 89c comunican con el orificio 78b formado en el cárter fijo.

5 El cilindro angular 50 incluye en su interior un cierto número de pistones externos conectados con el tambor 60 e intercalados con un número igual de pistones internos conectados con el rotor interno 65. Uno, dos, o más pistones radiales pueden montarse en el tambor 60 y en el rotor interno 65. Las figuras de esta memoria se refieren al caso en el cual el tambor 60 está provisto de dos pistones radiales externos 54a y 54b, mientras que el rotor interno 65 está provisto de dos pistones radiales internos 56a y 56b. Los cuatro pistones radiales 54a, 54b, 56a, 56b dividen el cilindro angular en cuatro cámaras 90, 90b, 90c y 90 d. Si durante el instante representado en la figura 2 se supone que el tambor 60 gira en el sentido antihorario indicado por la flecha 91, con una velocidad de rotación W_0 , y si se supone que el rotor interno 65 (con los pistones 56a y 56b) gira en la misma dirección que se representa por la flecha 92, con una velocidad de rotación $2W_0$, entonces las cámaras 90a y 90c se contraerán mientras que las cámaras 90b y 90d se ensancharán.

Elementos de Estanqueidad

25 Una separación hermética a la presión entre las cámaras se obtiene por medio de los elementos de estanqueidad situados alrededor del borde de los pistones radiales, a lo largo de las superficies deslizantes. El diseño preferido para estos elementos de estanqueidad se representa en las figuras 8a, 8b y 9a, 9b. Las figuras 8a y 8b representan elementos de estanqueidad constituidos por láminas dobles en forma de "U", 92

y 93, con el objeto de asegurar la estanqueidad en tres lados de los pistones internos 56a y 56b. Se ve que las láminas 92 y 93 tienen un ramal 97 más estrecho que el otro ramal 98, y por tanto cada brazo del elemento de estanqueidad incluye un ramal de lámina estrecho y un ramal de lámina más ancho. Unos muelles tales como 94, 96 y 95 se utilizan para empujar la lámina 92 hacia una base 61 del tambor 60 y la lámina 93 hacia la otra base 63 del tambor 60. Ambas láminas 92 y 93 tienen la misma anchura a la largo de la sección intermedia de las láminas. Por consiguiente, un muelle, tal como 97 puede empujar ambas láminas hacia la superficie interna del tambor 98. Se deja un pequeño espacio entre la extremidad de los ramales de los elementos de estanqueidad y el fondo de las ranuras tales como 99a y 99b formadas en el rotor interno 65 para compensar la dilatación térmica de los elementos de estanqueidad.

Las figuras 9a y 9b representan elementos de estanqueidad del tipo de lámina doble, similares a los que se representan en las figuras 8a y 8b para asegurar la estanqueidad del lado de los pistones radiales externos, tales como 54a y 54b respecto a la superficie cilíndrica del rotor 65. Las láminas en forma de "U" 102 y 103 tienen ramales de anchuras de iguales y están situadas conjuntamente de tal manera que un ramal ancho esté al lado de un ramal estrecho. Unos muelles tales como 104 y 105 empujan la lámina 102 hacia la base 61 del tambor 60 y la lámina 103 hacia la base 63 del tambor 60, respectivamente. El muelle 107 empuja ambas láminas 104 y 105 hacia la superficie cilíndrica del rotor interno 65. Se dejan unos pequeños espacios libres 109a y 109b en las dos extremidades de los elementos de estanqueidad para permitir la dilatación térmica.

Aplicaciones

El cilindro angular según el presente invento puede aplicarse en el diseño de varios aparatos tales como compresores, bombas, motores de vapor, motores geotérmicos, motores neumáticos, motores de presión hidrostática, motores de combustión interna, etc.

Si el fluido que penetra en las cámaras de expansión 90b y 90d a través del orificio de admisión llega con una presión superior a la presión que reina en el orificio de escape, se ejerce una fuerza sobre la superficie de los pistones radiales haciendo que se desplacen angularmente. Cuando una estructura se desplaza angularmente, en un ángulo $d\theta$ con un par T , el trabajo realizado por el fluido en el sistema es $dw = Td\theta$. Este trabajo, como se explicará más adelante con relación a la figura 3, puede obtenerse bajo la forma de una potencia de salida en el cuerpo del tambor 60 y por tanto en el eje de salida 58 cuando el tambor 60 está directamente conectado con el eje 58. En este caso, el cilindro angular puede actuar como motor que transforma la presión externa presente en el fluido de admisión, en un par que se obtiene en el eje de salida 58. Cuando el fluido es vapor bajo presión, el aparato puede funcionar como motor de vapor. Cuando el fluido es un gas geotérmico bajo presión, el motor puede funcionar como motor geotérmico. En estos casos, el motor transforma la energía contenida en el vapor o en el gas geotérmico en un par de salida. Este motor puede también funcionar como motor neumático, alimentado por la presión de un depósito de alta presión, cuya energía se transforma en un par.

Cuando el fluido es un líquido bajo presión, por ejemplo agua, bajo presión hidrostática, el motor puede funcio-

nar como generador de par hidrostático extremadamente eficaz. Ya que es posible hacer que la rotación del tambor 60 corresponda exactamente a la cantidad de fluido que atraviesa el cilindro angular, el aparato puede también utilizarse como unidad de medición de fluido, tal como un contador de agua o una bomba de gasolina.

5
10
15
20
Cuando la misión del cilindro angular 50 consiste en elevar la presión del fluido de admisión hasta una presión más elevada en el orificio de escape, el aparato actúa como compresor. Estos compresores pueden emplearse en instalaciones de acondicionamiento de aire, refrigeradores, congeladores, deshumidificadores, etc. Los compresores se utilizan igualmente para almacenar un fluido a presión elevada en depósitos de presión con el objeto de accionar máquinas automáticas, hinchar neumáticos en las estaciones de servicio, etc. Se observará que la fuerza necesaria para el funcionamiento del aparato utilizado como compresor y bomba, debe suministrarse desde el exterior al cilindro angular por medio del eje 58 o directamente por medio de engranajes al tambor 60. Se observará además, que el cilindro angular 50 puede utilizarse para constituir una bomba de vacío, conectando el orificio de admisión con el depósito de vacío.

25
El cilindro angular según el presente invento presenta una utilidad directa para formar el cilindro angular necesario en el diseño de los motores "Tri-Rotor" descritos en la solicitud de patente pendiente número de serie 554.560.
Descripción de un Aparato "Tri-Rotor" Utilizando los Cilindros Angulares del Presente Invento.

30
La figura 3 representa un aparato "Tri-Rotor" mejorado que utiliza cilindros angulares de acuerdo con el presen-

te invento. Haciendo ahora referencia a la figura 3, se ve en ella un aparato "Tri-Rotor" 109 que incluye dos cilindros angulares 50a y 50b en el interior de un cárter fijo 52. Una unidad de interconexión 110 que se representa detalladamente en las figuras 4a y 4b sirve para interconectar adecuadamente los dos cilindros angulares 50a y 50b. Los mecanismos de control de rotor 112a y 112b que se representan igualmente más detalladamente en la figura 5, sirven para regular el movimiento de los rotores internos 65a y 65b en función de la rotación angular del eje 58. Ambos tambores 60a y 60b están conectados rígidamente el uno con el otro por medio de columnas de separación tales como 113 y 114, y por un cilindro de cubierta 115. Las columnas de separación, tales como 113, 114 están conectadas rígidamente con una placa 116, la cual está a su vez conectada de manera rígida con el eje central 58. Por tanto, los dos tambores 60a y 60b, el cilindro de tapa 115, las columnas de separación 113 y 114, y el eje 58 giran todos conjuntamente, de manera preferida a una velocidad sustancialmente uniforme, alrededor del eje del aparato 1-1.

El eje central 58 está soportado de manera giratoria por los dos rotores internos 65a y 65b por medio de pares de cojinetes radiales 73, 74a y 73b, 74b, respectivamente. Los tambores 60a y 60b que forman parte integrante del eje central 58, están igualmente soportados de manera giratoria por los rotores internos 65a y 65b por medio de cojinetes radiales 64a y 64b, respectivamente. Todo el sistema que se acaba de describir, que incluye el eje central 58, los dos rotores 65a y 65b, los dos tambores 60a y 60b y el cilindro de tapa 115, así como las columnas separadoras 113 y 114, está soportado a su vez, de manera giratoria, por el cárter fijo

por medio de dos cojinetes 72a y 72b.

La función de la unidad de interconexión 110 ha sido descrita en la solicitud de patente pendiente número de serie 554560. Para completar esta descripción se indica aquí que
5 la unidad de interconexión 110 actúa como unidad diferencial que interconecta el rotor interno 65a con el rotor interno 65b.

Se impide alternativamente que el rotor 65a gire mientras que el rotor 65b puede girar libremente y a continuación se impide que el rotor 65b gire mientras se deja que el
10 rotor 65a gire libremente durante los intervalos de tiempo que corresponden a la rotación constante de los tambores de un ángulo de 90° aproximadamente.

Se supondrá ahora que el aparato "Tri-Rotor" 109 funciona como motor de vapor durante el intervalo de tiempo
15 particular en el cual el rotor 65a puede girar libremente mientras que el rotor 65b se mantiene fijo. En el tambor 65a cada pistón radial interno está sometido a un par F , y por tanto el rotor 65a está sometido en total a un par de $2F$ y, puesto que el rotor 65b se mantiene fijo, el eje de salida estará sometido
20 efectivamente a un par de $4F$ en la dirección de rotación positiva. Simultáneamente, cada pistón radial externo estará sometido a un par de $-F$ ya que sigue el vapor que suministra la presión, y por tanto los dos pistones externos estarán sometidos a un total de $-2F$. Ya que los pistones externos están conectados
25 directamente con el eje 58, el par de $-2F$ procedente de los pistones externos se reflejará igualmente en el eje de salida 58 bajo la forma de un par de $-2F$. Por consiguiente, el par de salida total del tambor 60a será de $4F - 2F = +2F$. El cilindro angular 50b proporcionará igualmente un par de $+2F$, $1F$
30 en cada pistón radial externo, el cual en este caso precede el

vapor bajo presión. Los pistones radiales internos del rotor 65b proporcionarán un par nulo durante este intervalo ya que se mantienen fijos. Durante el siguiente intervalo de tiempo, se intercambiará la función del cilindro angular 50a y del cilindro angular 50b, manteniéndose fijo el rotor 65a. Sin embargo, cualquiera que sea el intervalo de tiempo considerado, cada cilindro angular contribuirá a suministrar un par igual a $2F$ al eje de salida 58; por tanto, el eje de salida 58 recibirá un par total de $4F$ a partir de los dos tambores. En general, el par de salida es igual al par aplicado a la superficie de un pistón multiplicado por la mitad del número total de pistones.

La figura 3 representa los rotores 65a y 65b que se terminan hacia el centro del aparato 109 por unas placas 120a y 120b, respectivamente. El funcionamiento de la unidad de interconexión 110, se representa más claramente en las figuras 4a y 4b. Las placas 120a y 120b están conectadas por medio de bielas 122a y 122b con un balancín 121 montado de manera pivotante alrededor de un eje 123. El eje 123 puede estar constituido por una de las columnas separadoras, tal como 114 soportada de manera rígida por ambos tambores 60a y 60b. Cuando el rotor 65a, con la placa 120a, gira en el sentido antihorario, la biela de conexión 120a tira del balancín 123a obligándolo a girar también en el sentido antihorario en un ángulo sustancialmente igual. Simultáneamente, la biela de conexión 122b empuja la placa 120b en la dirección horaria. Por tanto, la rotación del balancín en una dirección particular impulsa los dos rotores internos 65a y 65b a girar en direcciones opuestas. Sin embargo, si uno de los rotores internos se mantiene fijo, el movimiento del otro rotor interno produ-

ce el desplazamiento del conjunto de tambores y ejes en la misma dirección que el rotor interno libre. Cuando los rotores alcanzan la posición extrema que se ilustra en la figura 4a mientras el balancín 121 gira en la dirección de la flecha 124a, el rotor fijo es liberado y el rotor que queda libre pasa a ser fijo. El balancín 121 invierte ahora su dirección de desplazamiento, moviéndose en la dirección ilustrada por la flecha 124b en la figura 4b. La posición relativa final de las placas de rotor 120a y 120b y del balancín 121 después de una rotación del balancín de 90° , se representa en la figura 4b. Se observará que ya que solamente una de las placas de rotor se desplaza durante cada movimiento, las posiciones relativas de las placas de rotor 120a y 120b que se representan en las figuras 4a y 4b, se obtienen debido a la rotación de los tambores 60a y 60b que soportan el balancín 121, en la dirección antihoraria.

Mecanismo de Regulación del Movimiento del Rotor

El dispositivo utilizado para mantener fijo un rotor interno mientras se deja que el otro se desplace hacia adelante puede ser un mecanismo muy complicado. La sofisticación del diseño de un mecanismo de este tipo puede contribuir mucho al rendimiento general del aparato.

La figura 5 representa un dispositivo básico sencillo para detener un rotor interno mientras se deja que el otro se desplace hacia adelante. La figura 5 indica que el rotor 65a está provisto de dientes de trinquete 128a, 128b, 129a, 129b. El par de dientes 129a, 129b coopera con unas uñas delanteras 131a, 131b, para impedir que el rotor interno 65a gire en el sentido antihorario durante el tiempo necesario para que el eje central 58 gire 90° . La dirección antihoraria de rotación se considera como siendo dirección positiva de la

rotación. Suponiendo que el vapor penetre en las dos cámaras del tambor 60a durante el intervalo de tiempo en el cual el rotor 65a se mantiene fijo, la presión del vapor empujará los pistones internos radiales para invertir su movimiento y desplazarlo en la dirección negativa. Los dientes de trinquete 128a, 128b, del rotor interno 65a, cooperarán entonces con el par de uñas posteriores 132a y 132b e impedirán que el rotor 65a se desplace en la dirección negativa. Una leva 130 sujeta de manera rígida en el eje 58 y que gira con él, se representa en la figura 5 en el momento en que actúa sobre unos rodillos 135a y 135b montados de manera giratoria en las uñas 131a y 131b, por medio de unos ejes 134a y 134b para desplazar las uñas radialmente, hacia el exterior, desacoplando así el rotor interno 65a de las uñas delanteras 131a y 131b. En este momento, el rotor interno 65a girará 180° antes de que se acople de nuevo con las uñas 131a y 131b, desplazándose el eje central 58 90° . Durante la siguiente rotación de 90° del eje central 98, el rotor interno 65 permanecerá acoplado. Se desacoplará de nuevo al final de esta rotación de 90° del eje central. Por consiguiente el rotor interno 65 permanece acoplado con las uñetas 131a y 131b durante cada dos rotaciones de 90° del eje central 58. Un mecanismo similar, que actúa sobre el rotor interno 65b lo mantiene acoplado y por tanto lo mantiene fijo durante los intervalos de 90° en los cuales el rotor 65a puede girar libremente, y viceversa.

Una acción de muelle se obtiene en el sistema montando las uñetas en un aro circular 140, el cual, a su vez, está suspendido por unos muelles de lámina tales como 133a, 133b, 133c, y 133d, a partir del reborde cilíndrico 141, el cual está conectado rígidamente con el cárter 66.

Se observará que mientras la rotación del rotor central 58 asegura que el rotor interno se acopla y se des^aacopla al final de cada intervalo de 90° , el tiempo exacto de liberación o de acoplamiento puede ser adelantado en función de la velocidad o de la presión interna para obtener un acoplamiento o un desacoplamiento más progresivo.

Durante el funcionamiento normal, por ejemplo, un rotor que se desplaza hacia adelante, tal como el rotor 65a no debe ser parado por las uñetas delanteras 131a y 131b. Ya que el tambor tal como 60a está girando con una velocidad W_0 y el rotor interno que se desplaza hacia adelante tal como 65a gira con una velocidad $2W_0$, los pistones internos se acercan a los pistones externos con una velocidad relativa de W_0 . Si las ranuras angulares tales como 81a y 81b, que aseguran la comunicación entre las cámaras que se contraen y la cavidad externa se terminan más allá de un ángulo predeterminado, cuando los dos pistones radiales se acercan el uno al otro, el vapor que permanece en las cámaras cerradas será comprimido y actuará como amortiguador que absorberá la velocidad del pistón interno con relación al pistón externo. La velocidad $+W_0$ del pistón interno con respecto al pistón externo, se presentará bajo la forma de una velocidad $-W_0$ con respecto al pistón externo, y ya que este último gira a una velocidad sustancialmente uniforme W_0 con respecto al cárter, la velocidad reflejada del rotor interno será una velocidad cero con respecto al cárter. En este instante, la totalidad del momento angular del rotor interno 65a habrá sido transferida al eje central 58 que está conectado con la carga. Supongamos que la posición del rotor interno 65, en este momento es tal que los dientes 128a y 128b acaban justo de pasar

por las extremidades de los dientes posteriores 132a y 132b. A continuación, con la introducción de vapor nuevo, cuando los orificios de las cámaras que se ensanchan alcanzan ahora las ranuras de admisión 80a y 80b, el rotor 65a invertirá su
5 velocidad y se desplazará durante un corto intervalo de tiempo en el sentido horario hasta su parada por las uñetas posteriores 132a y 132b cuando éstas se acoplan con los dientes de trinquete 128a y 128b del rotor interno. Se observará que el acoplamiento entre los dientes de trinquete 128a, 128b y
10 las uñetas 132a, 132b puede ser muy progresivo en razón de la reducida velocidad relativa entre el rotor interno 65a y el cárter externo. Además, la placa 140 que soporta las uñetas, puede realizar una acción de muelle ya que está suspendida por las láminas elásticas 133a, 133b, 133c, y 133d. La
15 fuerza proporcionada por el vapor almacenará alguna energía bajo la forma de energía potencial en las láminas elásticas; sustancialmente, toda dicha energía será devuelta al sistema al disminuir la presión del vapor en razón de la expansión de las cámaras. Esta energía puede ser utilizada para efectuar el movimiento inicial del pistón interno durante su siguiente
20 carrera. La mayor parte de la energía de aceleración de los pistones internos será proporcionada por el momento de rotación del tambor. Debido a la unidad de interconexión 110, el tamaño de las cámaras que se contraen en el tambor
25 60a es, en cualquier momento, sustancialmente idéntico al tamaño de las cámaras que se contraen en el tambor 60b. Por consiguiente, cuando la velocidad del pistón giratorio externo pasa de $+W_0$ a $-W_0$, con respecto a los tambores giratorios, simultáneamente, la velocidad $-W_0$ del rotor interno fijo con
30 respecto a su tambor, pasa similarmente a ser $+W_0$, lo que co-

5 rresponde a $+2W_0$ con respecto al cárter fijo. Esto implica que el rotor interno, cuya velocidad disminuye, decelera sustancialmente a la misma velocidad que el otro rotor acelera. Cuando el rotor que decelera transmite su momento angular al al tambor que gira, el rotor que acelera toma el momento angular sustancialmente a la misma velocidad a partir del tambor que gira. Por tanto, el momento angular se desplaza entre los rotores 65a y 65b mientras que el momento angular de los tambores y del conjunto de ejes permanece sustancialmente uniforme. El vapor proporcionará el par al eje de salida 10 58 por medio del pistón externo y por medio de la unidad de interconexión.

15 Se observará que en lugar de las uñas y de los trinquetes pueden utilizarse otros mecanismos equivalentes tales como embragues limitadores, embragues magnéticos, etc., entre cada rotor interno y el cárter fijo para controlar el movimiento de los rotores internos. Cuando se utiliza el aparato "Tri-Rotor" como compresor, el eje central 85 se acciona por medio de una fuerza externa, mientras que las uñetas sirven para regular el movimiento de los rotores internos.

20 En resumen, la presente patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:

25

30

1

REIVINDICACIONES

1. Cilindro angular para constituir unas cámaras que se dilatan y contraen angularmente, que incluye:

5 Un cárter, que constituye un bastidor fijo de referencia;

un eje dispuesto axialmente;

un tambor, dispuesto coaxialmente alrededor de dicho eje, para constituir un volumen cilíndrico, situado azimutalmente alrededor de dicho eje;

10 unos primeros N pistones radiales, conectados rígidamente con dicho eje, utilizándose cada uno de dichos pistones para constituir una extremidad azimutal de dos cámaras angulares adyacentes en el interior de dicho tambor;

15 un rotor interno, que puede desplazarse de manera telescópica coaxialmente sobre dicho eje;

unos segundos N pistones radiales, conectados rígidamente con dicho rotor interno, e intercalados con dichos primeros N pistones radiales, dividiéndose así totalmente dicho volumen en 2N cámaras angulares, contrayéndose N cámaras mientras que las otras N cámaras se dilatan durante la rotación relativa de dicho eje y de dicho rotor interno;

20 unos medios de admisión y de escape para hacer entrar un fluido en dichas cámaras que se dilatan y para evacuar dicho fluido de las cámaras que se contraen;

25 unos medios para regular el movimiento relativo entre dicho eje y dicho rotor interno; y

unos medios para soportar de manera giratoria dicho eje y dicho rotor interno en dicho cárter.

30 2. Cilindro angular según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho eje gira a una velocidad sustancial

1 mente uniforme "Wo" con relación a dicho cárter mientras que
dicho rotor interno acelera y decelera desde una velocidad
sustancialmente igual a cero y a una velocidad "2Wo" con res
pecto a dicho cárter.

5 3. Cilindro angular según la reivindicación 2, caracte
rizado porque una base de dicho tambor está conectada rígida
mente con dicho eje, haciendo que gire así a una velocidad sus
tancialmente uniforme "Wo".

10 4. Cilindro angular para constituir unas cámaras
que se dilatan y se contraen angularmente, que incluye:

Un cárter que constituye un bastidor fijo de referen
cia;

15 un tambor cilíndrico para constituir la pared cilí
ndrica externa y dos paredes de base de una estructura cilíndri
ca;

N pistones externos situados en el interior de dicho
tambor, utilizándose cada uno de dichos pistones para consti
tuir las extremidades de dos cámaras angulares adyacentes en
el interior de dichos tambores;

20 un rotor interno para constituir una superficie ci
líndrica interna de dicho tambor cilíndrico;

25 N pistones radiales internos sujetos rígidamente en
dicho rotor interno e intercalados con dichos N pistones ra
diales externos, utilizándose cada pistón radial interno para
constituir una extremidad azimutal de dos cámaras angulares
adyacentes, dividiendo así el volumen cilíndrico en el interior
de dicho tambor en 2N cámaras angulares, contrayéndose N cáma
ras, mientras que las otras N cámaras se dilatan durante la
rotación relativa de dicho tambor y dicho rotor interno;

30 unos medios de admisión y escape para hacer penetrar

1 un fluido en las cámaras que se dilatan y para evacuar dicho fluido de las cámaras que se contraen;

unos medios para regular el movimiento relativo entre el tambor y el rotor interno; y

5 unos medios para soportar de manera giratoria dicho tambor y dicho rotor interno en dicho cárter.

5. Cilindro angular según la reivindicación 4, caracterizado porque dicho tambor con dicho pistón radial externo gira a una velocidad sustancialmente uniforme, " W_0 ", con respecto a dicho cárter, mientras que dicho rotor interno acelera y decelera desde una velocidad igual a cero con respecto a dicho cárter hasta una velocidad " $2W_0$ " con respecto a dicho cárter.

6. Cilindro angular según la reivindicación 5, caracterizado porque dichos medios de admisión y escape implican la coincidencia de ranuras que están dispuestas angularmente en una base del cárter fijo con unos orificios en la base adyacente de dicho tambor mientras se hace girar dicho tambor con respecto a dicho cárter.

7. Cilindro angular según la reivindicación 6, caracterizado además porque incluye un eje de entrada-salida dispuesto coaxialmente y conectado rígidamente con dicho tambor.

8. Cilindro angular según la reivindicación 7, caracterizado además porque incluye un segundo rotor interno y unos medios diferenciales para interconectar dichos primero y segundo rotores internos.

9. Cilindro angular según la reivindicación 8, caracterizado porque dichos medios diferenciales incluyen:

30 Un balancín, soportado de manera giratoria por dicho

1 tambor;

por lo menos una biela para conectar dicho primer rotor interno con dicho balancín; y

5 por lo menos otra biela para conectar dicho segundo rotor interno con dicho balancín.

10. Cilindro angular según la reivindicación 9, caracterizado además porque incluye un dispositivo de regulación del movimiento de los rotores internos con el objeto de controlar el movimiento de cada uno de dichos rotores.

10 11. Cilindro angular según la reivindicación 10, caracterizado porque conjuntamente con dicho segundo rotor se ha previsto un segundo cilindro angular completo con un tambor y unos pistones radiales internos y externos, estando los dos tambores y el eje central conectados rígidamente los unos con
15 los otros en una unidad que gira sustancialmente de manera uniforme con respecto al cárter.

12. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:
CILINDRO ANGULAR.

20 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de treinta y dos paginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid 17 de agosto de 1977

BERNARDO UNGRIA

P.P.



129

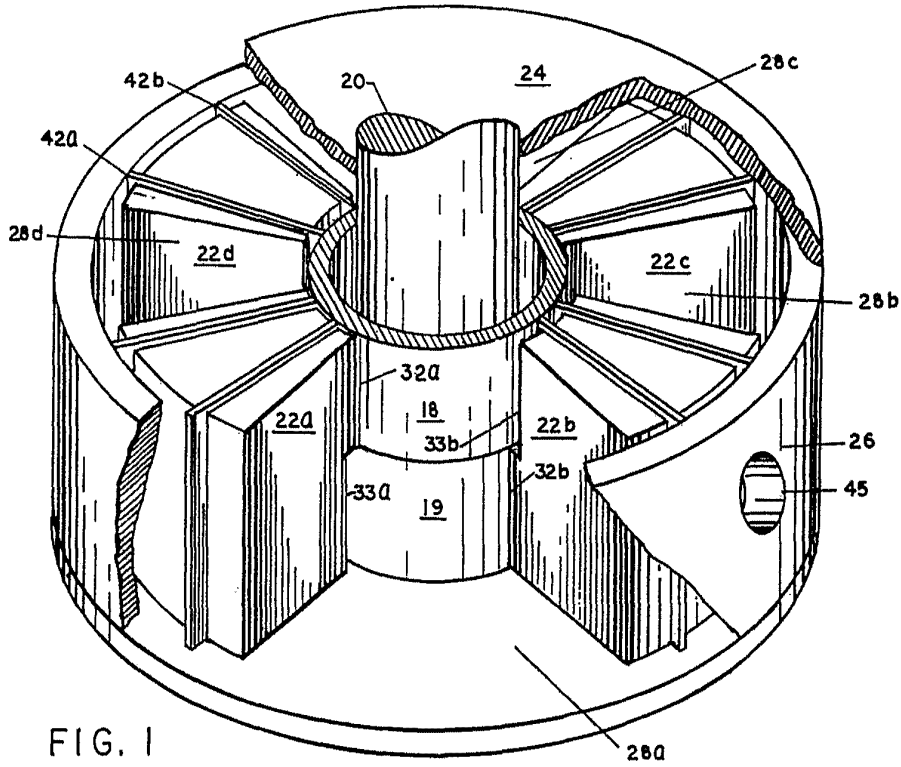


FIG. 1

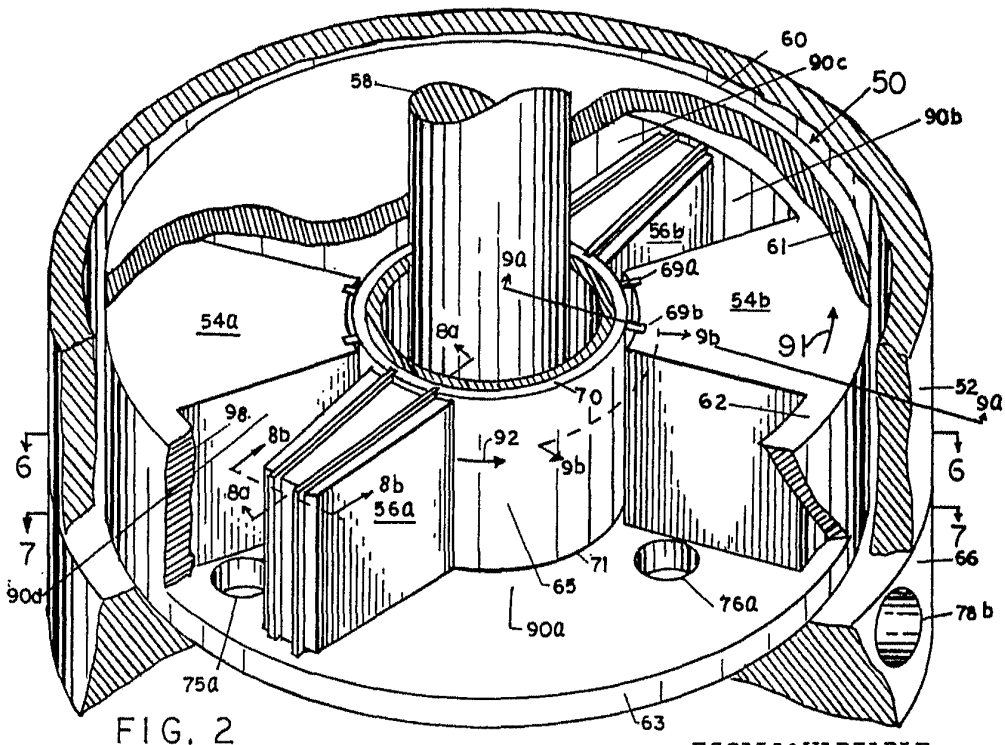
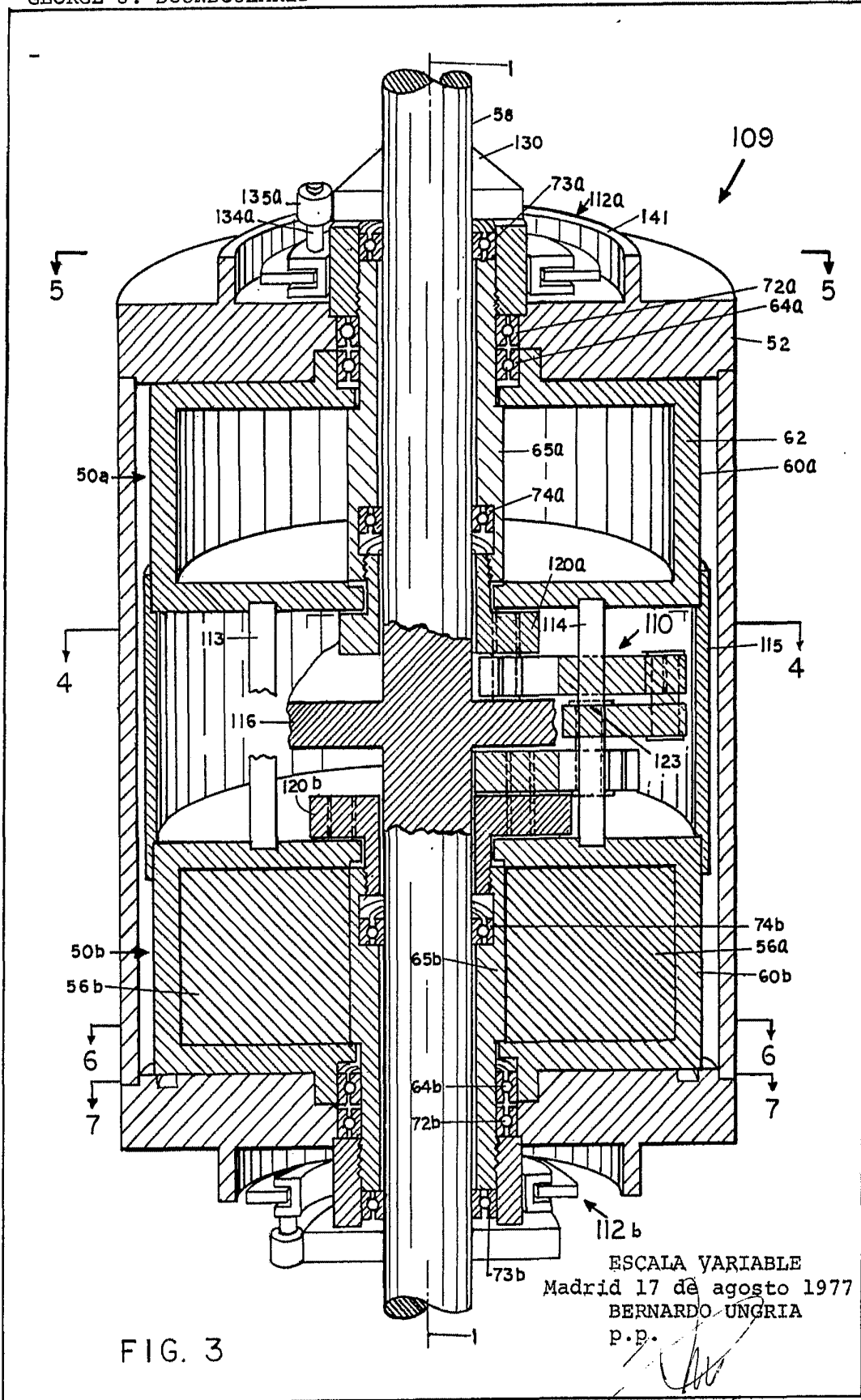


FIG. 2

ESCALA VARIABLE
Madrid 17 de agosto de 1977
BERNARDO UNGRIA
p. p.



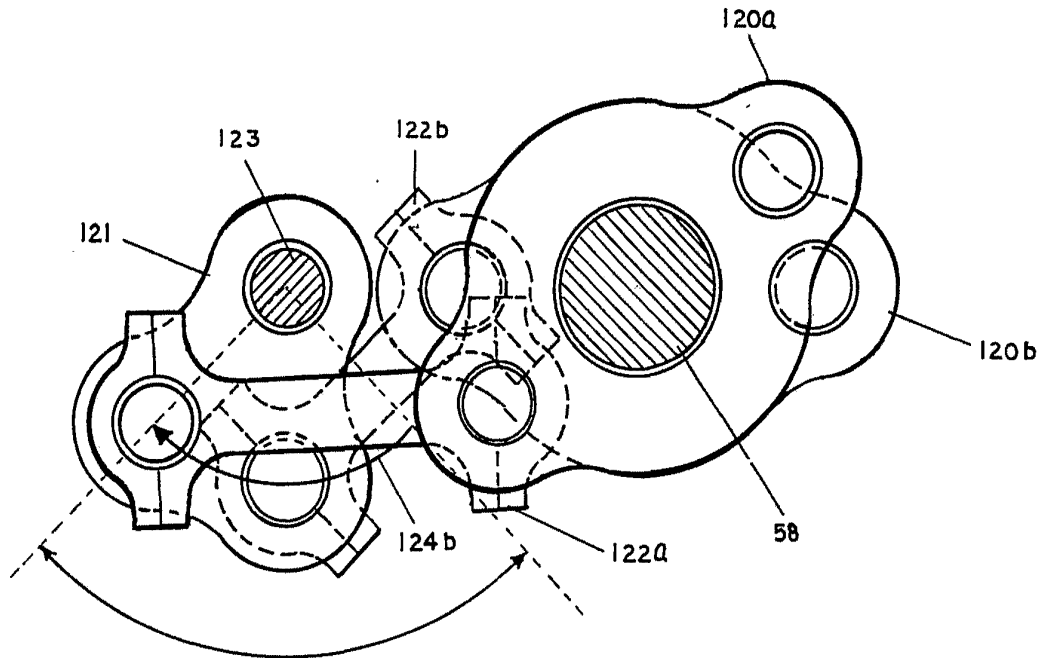


FIG. 4a

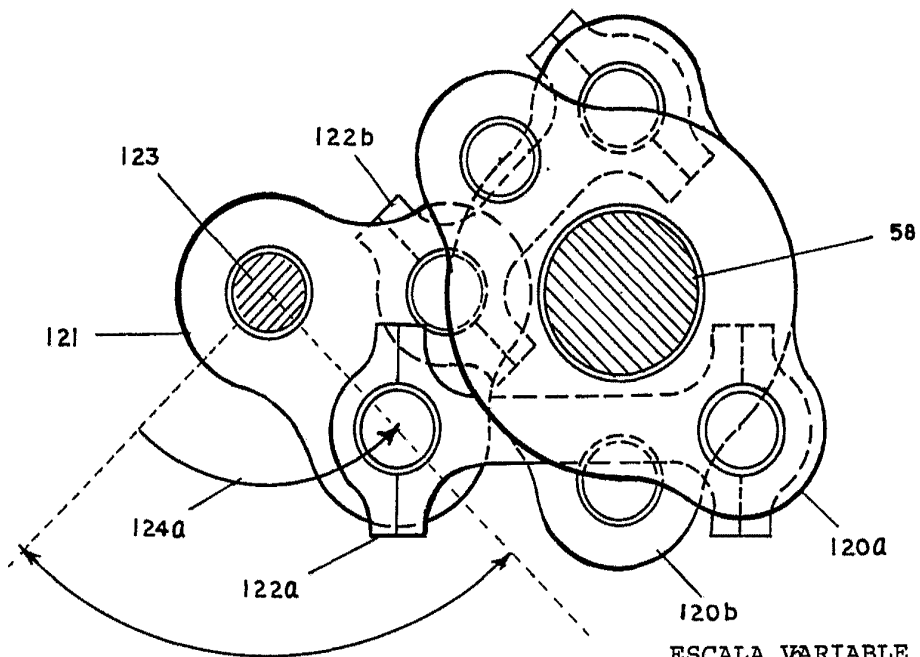


FIG. 4b

ESCALA VARIABLE
Madrid 17 de agosto de 1977
BERNARDO UNGRIA
P.P.

GEORGE J. DOUNDOULAKIS

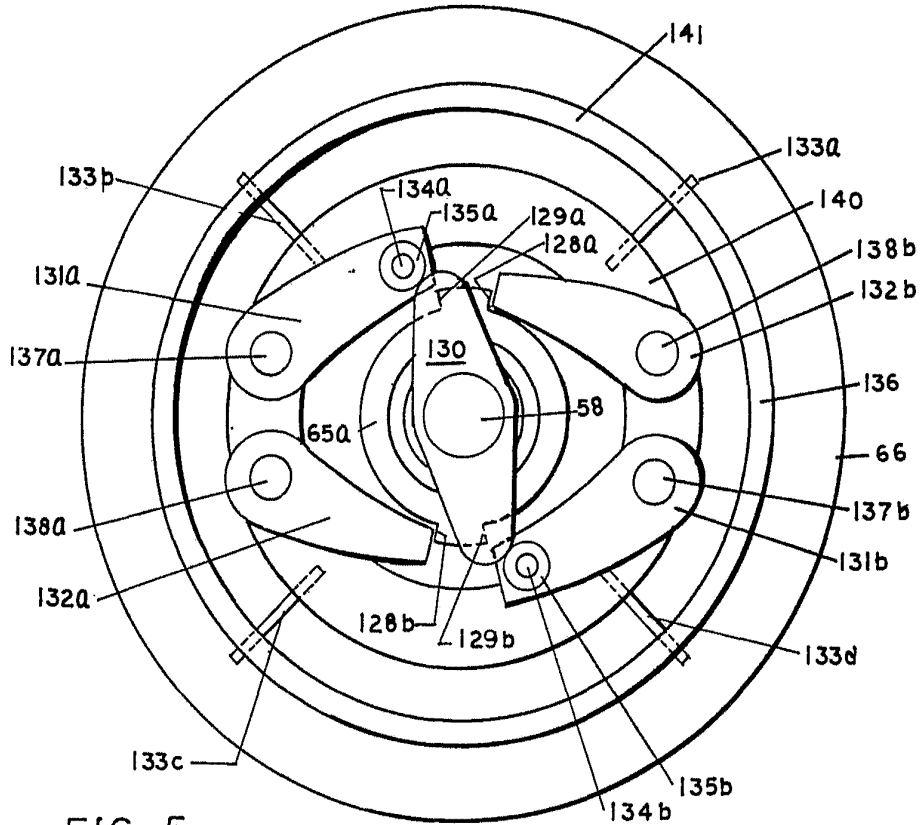


FIG. 5

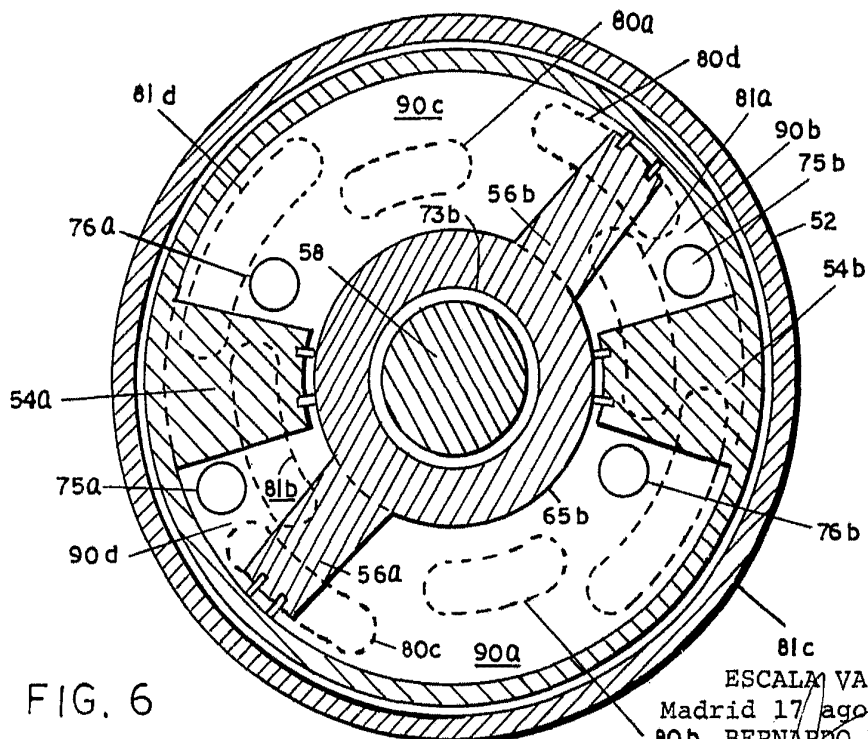


FIG. 6

ESCALA VARIABLE
Madrid 17 agosto 1977
80b BERNARDO UNGRIA
P. P.

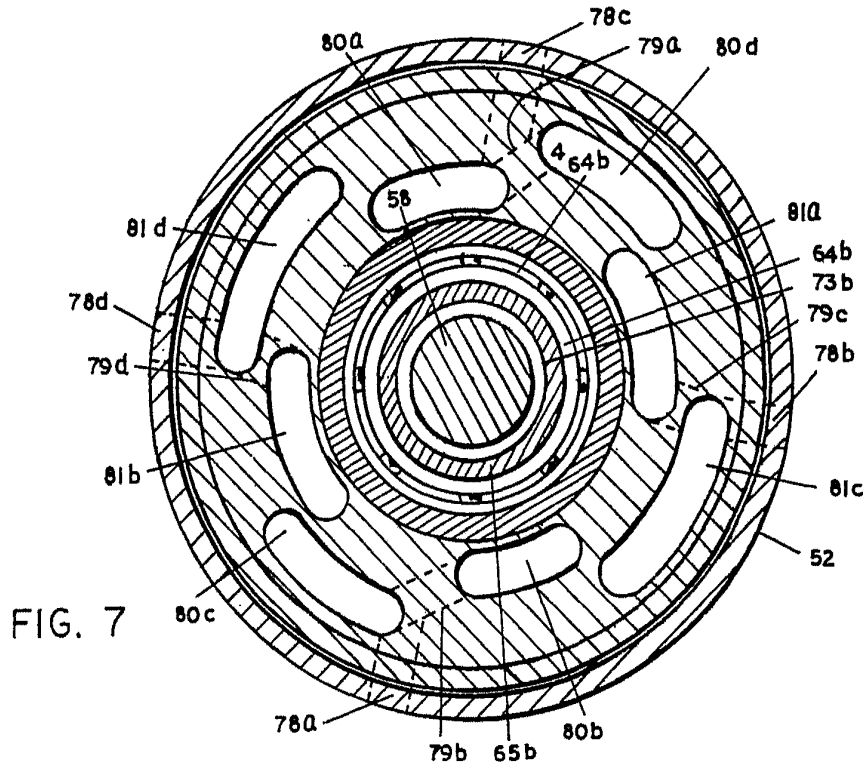


FIG. 7

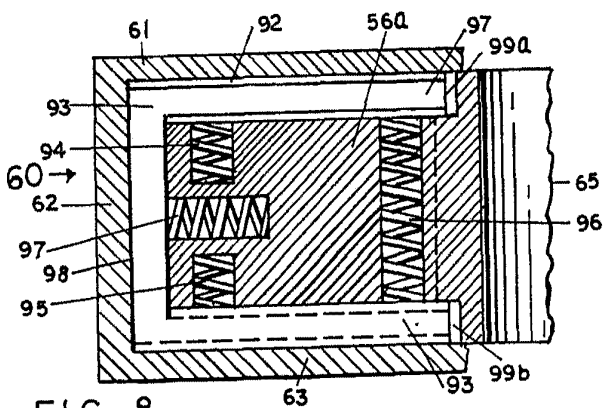


FIG. 8a

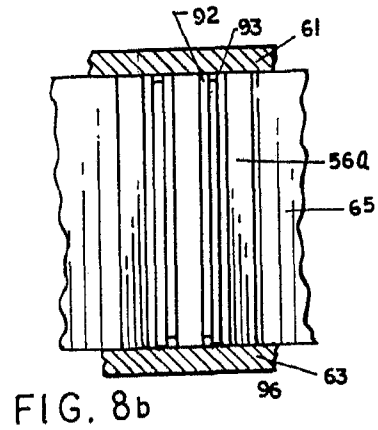


FIG. 8b

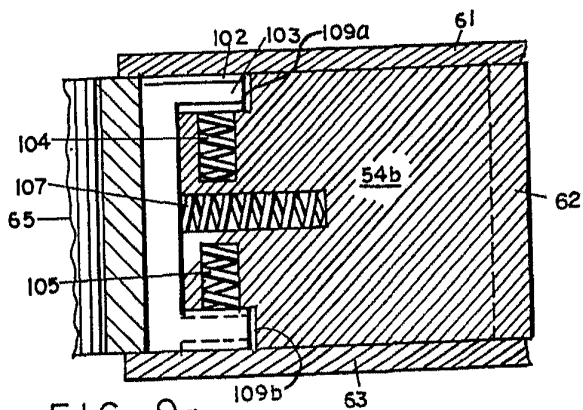


FIG. 9a

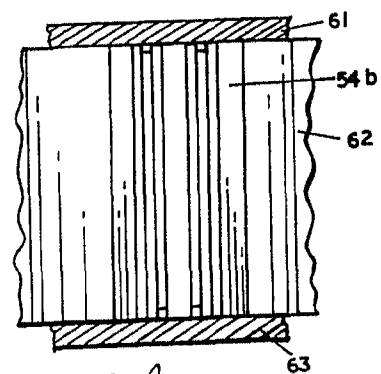


FIG. 9b
ESCALA VARIABLE