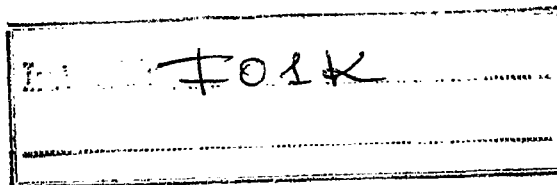


408033



408033



PATENTE DE INVENCION

por 20 años

a favor de GENERAL POWER CORPORATION

de nacionalidad norteamericana

residente en 122, W. Lancaster Avenue - Paoli, Pennsylvania 19301

USA

por:

"MOTOR DE ONDAS TURBOCOMPRESOR INTEGRAL", reivindicándose la prioridad de la patente norteamericana nº 191.410 del 21 de octubre 1971.

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente patente de invención se refiere a un motor de ondas turbocompresor integral que incluye una cámara de calentamiento para producir gases de temperatura relativamente alta, y presión alta; una cámara de toma o de admisión para proporcionar gases a temperatura relativamente baja y presión baja que actúan inicialmente como gases de barrido; una cámara de escape o de descarga hacia la cual son expulsados los gases calientes agotados, mediante los gases de barrido; una cámara de gas frío comprimido hacia la cual fluyen los gases fríos comprimidos con ex-

5.

408033

- 2 -



pansión parcial; y por lo menos una salida o conducto de expansión de gas caliente, hacia el cual se expanden los gases calientes a alta presión. Además, el presente motor comprende un rotor compresor-expansor que tiene una pluralidad de cámaras de rotor, teniendo cada una de las cámaras de rotor una abertura de entrada y una boquilla con una abertura de salida. El rotor compresor-expansor se coloca para girar adyacente a la cámara de toma y la cámara de calentamiento, a fin de aceptar dentro de las cámaras del rotor los gases fríos desde la primera, seguido por los gases calientes desde la última. La terminación del flujo de los gases de admisión fríos desde cada salida de la boquilla de la cámara de rotor inicia una onda de choque en la salida de la boquilla de la cámara del rotor. Se inicia una segunda onda de choque normalmente más intensa en la entrada de cada cámara de rotor a medida que se expone a los gases calientes, que fluyen desde la cámara de calentamiento. Cada cámara del rotor se diseña de manera que antes de que esta segunda onda de choque (que se produce mediante los gases calientes que entran en una cámara del rotor ya llenada con gas frío) llegue al extremo de su recorrido hacia la salida de la cámara del rotor, la onda de choque encuentra el área restringida o boquilla de la cámara del rotor. Como resultado, esta segunda onda de choque se refleja desde la boquilla de la cámara del rotor hacia dicha entrada de la cámara del rotor. Como resultado de esta onda de choque reflejada, la presión final tanto de los gases fríos como de los gases calientes dentro de la cámara del rotor es muy elevada y es considerablemente más alta que la presión inicial de los gases calientes que fluyen desde la cámara de calentamiento. El alojamiento del rotor se diseña de manera tal que idealmente a medida que la onda de choque reflejada llega a la entrada de la cámara

408033

- 3 -



del rotor, esta entrada se sella como resultado del giro del rotor. Este cierre bien sincronizado impide la expansión de los gases calientes comprimidos por el choque, y regresan hacia la cámara de calentamiento. Como se indica en lo que antecede, a medida que la

5. onda de choque reflejada atraviesa la cámara del rotor desde la boquilla en sección restringida, la presión tanto de los gases calientes como fríos en la cámara del rotor, se aumenta considerablemente en comparación con la presión de los gases calientes que entran en las cámaras del rotor. Los gases fríos de alta presión se

10. expanden a través de las boquillas, pasan a través de un portillo de salida y a través de un conducto hacia la cámara de calentamiento. Luego, cuando la salida de la boquilla de la cámara del rotor se expone a un portillo de salida de gas caliente en el alojamiento del rotor, la velocidad de la descarga de los gases calientes

15. retenidos en la misma, es también muy elevada. Por lo tanto, mediante la reacción de la descarga tanto de los gases fríos como calientes, el rotor compresor-expansor mismo es obligado a efectuar el trabajo.

El presente motor puede opcionalmente incluir, además,

20. secciones móviles en las paredes laterales del alojamiento del rotor que pueden ilustrarse para ajustar los tamaños y las posiciones medias de los portillos de entrada y de salida, tal y como se ha ilustrado para los portillos conectados con la cámara de calentamiento y con la cámara de gas frío comprimido. De esta manera, se

25. puede controlar la eficiencia del motor, cuando se cambia la velocidad o el régimen de aceleración o de desaceleración del rotor compresor-expansor. Además, el referido motor incluye opcionalmente una pluralidad de trayectorias de reentrada a través del alojamiento del rotor y una pluralidad de etapas de recarga-reacción a través

30. del rotor compresor-expansor que permiten que el motor vuelva

408033- 4 -



a cargar las cámaras del rotor repetidamente, utilizando eficientemente de esta manera, la energía de los gases calientes de alta presión en las etapas para producir un trabajo útil.

- Como puede verse, esta demanda se relaciona con un motor de calentamiento de tipo de rotor y, más particularmente con
5. un motor que tiene un rotor compresor-expansor que utiliza ondas de choque directas y reflejadas para efectuar la alta compresión de los gases usados con el motor. La presente invención proporciona asimismo un elemento para utilizar estos gases de alta presión a fin de efectuar trabajo útil; y todas las funciones de
10. compresión y de expansión pueden llevarse a cabo en un solo rotor.

- Es difícil hacer una comparación directa entre el nuevo motor y otros motores, a fin de proporcionar al lector la manera en que pueda darse idea de las mejoras, ya que se estima
15. que ningún otro motor trabaja en una combinación de ondas de choque directas y reflejadas. Ciertos dispositivos intercambiadores de presión y dispositivos supercargadores emplean un principio de onda de choque, siendo dicho dispositivo el Brown Boveri
20. "Comprex". Sin embargo, las presiones desarrolladas en estos dispositivos de los sistemas anteriores, son considerablemente menores que las presiones desarrolladas en este motor de la demanda. Además, el dispositivo Comprex no es un motor en el sentido que no efectúa trabajo útil que no sea el de la compresión. En el
25. dispositivo Comprex, los gases calientes se usan para producir la etapa de compresión final, después de lo cual, los gases calientes se emplean para impulsar turbinas en aguas abajo. Ni el dispositivo Comprex ni sus sucesores utilizan boquillas de la cámara del rotor en combinación con ondas de choque reflejadas para lograr una alta compresión.
- 30.

408033

- 5 -



- El presente motor tiene un número de ventajas con respecto a los motores o dispositivos de tipo de turbina de los sistemas anteriores, y también ofrecen muchas ventajas con respecto al motor de combustión interna, extensamente usado. Debido a la configuración de las cámaras del rotor y al alojamiento que rodea a dicho rotor, el nuevo motor es capaz de desarrollar una onda de choque reflejada durante la fase de compresión. Esta onda de choque reflejada aumenta grandemente la presión de los gases dentro de las cámaras del rotor y permite un funcionamiento eficiente a altas velocidades de dicho rotor. Esta alta velocidad del rotor hace posible aumentos adicionales en las presiones de funcionamiento en comparación con los dispositivos de los sistemas anteriores. Las presiones y temperaturas muy elevadas desarrolladas en los gases de la cámara del rotor de este motor, proporcionan la base para mayor par de torsión y por lo tanto, energía específica más elevada en un motor del tipo de turbina de lo que se ha podido lograr hasta ahora. Además, la configuración de las cámaras del rotor, con las distintas modalidades de boquilla, permite que el rotor compresor-expansor efectúe un trabajo útil en y por sí, mientras que proporciona la flexibilidad de usar los gases expandidos desde el mismo para impulsar las turbinas en aguas abajo, si es que se desea. El motor de la petición además proporciona elementos para la reentrada de estos gases de alta presión dentro de las cámaras del rotor compresor-expansor a fin de que la energía disponible de estos gases de presión muy elevada, puedan utilizarse de manera más completa, mediante expansión y reacción a través de las boquillas de la cámara del rotor antes de que los gases de trabajo se descarguen (ciclo abierto) o se hagan recircular (ciclo cerrado).
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
30.                    En las versiones de combustión de combustible de ciclo



abierto de este motor, el procedimiento de combustión, al quedarse al exterior del rotor, puede ser tan eficiente que el escape del mismo, virtualmente no contiene monóxido de carbón ni combustibles sin quemar. El procedimiento de combustión externa utiliza eficientemente los combustibles sencillos sin aditivos indeseables tales como los compuestos de plomo. Además, el combustible puede ser de baja volatilidad, reduciendo de esta manera grandemente o eliminando completamente la contaminación ambiental que resulta de la evaporación del combustible durante la transmisión, durante el almacenamiento, o en los tanques de combustible del vehículo.

Además, el motor de la solicitud, debido a las secciones de control de portillo móviles en el alojamiento, funciona eficientemente a velocidades diferentes. El lograr un funcionamiento de velocidad variable eficiente, ha sido uno de los problemas principales al tratar de usar motores de turbina en dichas aplicaciones como automóviles y otro equipo móvil.

Los objetos y particularidades de la presente invención se comprenderán mejor tomando en cuenta la siguiente descripción que se da junto con los dibujos, en los cuales:

La Fig. 1 es una vista ilustrativa, parcialmente en sección, que muestra una parte de una modalidad del presente motor;

La Fig. 2 es una vista lineal de un sector de una modalidad sencilla de un motor que tiene portillos fijos, ilustrando se una onda de choque reflejada tal y como se desarrolló, junto con otras ondas de choque y las intercargas de gas con relación a la compresión;

La Fig. 3 es una vista esquemática lineal de un dispositivo semejante al representado en la Fig. 1, con más detalle



del sistema total ilustrado y que muestra una modalidad preferida de los bloques movibles para controlar los tamaños y las posiciones intermedias de los portillos de entrada y los portillos de salida seleccionados en el alojamiento del rotor;

5. La Fig. 4 es una vista lineal de una parte de una modalidad alternativa del presente motor, que muestra un motor más completo en forma diagramática; tiene también bloques movibles para permitir una variación controlada de los tamaños y posiciones intermedias de los portillos de entrada y de salida seleccionados en el alojamiento del rotor;
- 10.

La Fig. 5 es una vista lineal de parte de la estructura del presente motor que se da a conocer específicamente para ilustrar un número de trayectorias de reentrada que se usan para el objeto de volver a cargar las cámaras del rotor con gases calientes, proporcionando de esta manera etapas de reacción adicionales desde las cámaras del rotor;

- 15.
- La Fig. 6 es otra vista lineal de una porción del motor que se muestra para el objeto de ilustrar un número de trayectorias de reentrada con etapas de reacción asociadas de la cámara del rotor así como una presentación gráfica de algunas de las ondas de expansión desarrolladas en la misma;
- 20.

Las Figs. 7A, 7B y 7C muestran tres vistas de una sección del rotor, en donde las cámaras del mismo son de forma en hélice;

- 25.
- Las Figs. 8A, 8B y 8C muestran tres vistas de una sección del rotor, en donde las cámaras del rotor son de forma helicoidal;

Las Figs. 9A, 9B y 9C muestran tres vistas de una sección del rotor en donde las cámaras del rotor son de forma en espiral;

30.

408033- 8 -



Las Figs. 10A y 10B presentan modalidades alternativas ilustrativas de las porciones de boquilla de las cámaras del rotor; y

Las Figs. 11A, 11B, 11C, 11D, 11E y 11F muestran disposiciones ilustrativas de sectores de funcionamiento del presente motor, con respecto al eje de rotación.

Se tomarán en cuenta primera las Figs. 1 y 4, y en particular la Fig. 4, debido a que se ilustran en ellas mayores detalles del sistema. Se observará que el presente motor incluye una cámara de toma o admisión (11), que proporciona un gas de entrada a temperatura relativamente baja y presión baja a través del portillo de entrada de gas frío (12), que está subdividido mediante aspas (13) en las aberturas del portillo (14). Aún cuando pueden usarse varios tipos y mezclas de gases de entrada, particularmente en los sistemas de ciclo cerrado, se prefiere que en los sistemas de ciclo abierto el gas de entrada de baja temperatura y baja presión normalmente sea aire que se toma de la atmósfera circundante. El aire se suministrará hacia la cámara de toma (11), mediante un soplador o compresor (15). El soplador (15) es impulsado mediante un árbol (16), gracias al cual, en una modalidad, puede conectarse con el rotor compresor-expansor (17) ya sea directamente o por medio de engranajes o de cualquier otra manera. En las modalidades alternativas, el soplador puede ser accionado a través de una impulsión de velocidad variable (variable en etapas o continuamente) o mediante una rueda de turbina independiente o por medio de otros elementos semejantes, para permitir el control del abastecimiento de aire (u otro gas frío) independientemente de la velocidad del rotor. El soplador (15) puede ser cualquier clase de dispositivo de bombeo que atraiga el aire desde la atmósfera o que atraiga el gas recircu-



lado frío en las modalidades de ciclo cerrado y que llena la cámara de toma (11). Se incluyen aspas de guía (13) para proporcionar la cantidad apropiada de prerrotación en los gases fríos de entrada. Estas aspas pueden fijarse, en el caso de aplicaciones de velocidad constante, o pueden ser variables para permitir ángulos de prerrotación apropiados a través de una escala de velocidades de funcionamiento en el caso de aplicaciones de velocidad variable.

El gas de entrada de baja temperatura y baja presión en la cámara de toma (11) pasa a través del portillo (12), con aberturas (14) formadas mediante las aspas de prerrotación (13), a fin de barrer o expulsar los gases agotados desde las cámaras del rotor (18) a través del portillo de escape (19) hacia la cámara de escape o descarga (20). Este procedimiento de barrido ocurre a medida que cada una de las cámaras del rotor tiene su abertura de entrada respectiva, tal como la abertura (21), expuesta al portillo de toma o admisión (12) y su salida expuesta al portillo de escape o descarga (19).

Se observará también las Figs, 1, 2, 3 y 4 que el presente motor posee una cámara de calentamiento (22). Esta cámara de calentamiento (22) se muestra en mayor detalle en la Fig. 4, con un inyector de combustible (24) colocado en la misma así como un sistema de encendido de arranque (25). Debe quedar comprendido que pueden usarse cualesquiera de un número de formas de fuente de calor con este motor; por ejemplo, los gases en la cámara de calentamiento (22), pueden calentarse mediante combustión, tal y como se describirá principalmente en relación con esta descripción, pero la fuente de calor para el calentamiento de los gases de trabajo, puede también ser un reactor nuclear, un calentador radiactivo, un dispositivo de calentamiento solar, o cualquiera



de los numerosos otros dispositivos para calentar los gases en una cámara. En la descripción presenta, deberá quedar comprendido que el inyector de combustible (24) se conecta con el dispositivo de control de arranque (26), así como con la fuente de abastecimiento de combustible. A los efectos de la descripción, se tomará en cuenta el calentamiento que ocurre como resultado de la combustión en el aire y que el abastecimiento de combustible es un aceite tal como combustible diesel que se atomiza o vaporiza en el inyector de combustible (24) de una manera semejante a aquella de un dispositivo de combustión de turbina de gas convencional. El mecanismo de antorcha o mecanismo de encendido (25) proporciona la llama piloto del combustible que viene del inyector de combustible (24) y desde ahí se quema el combustible dentro de la cámara de calentamiento (22) que contiene tanto el inyector de combustible (24) como el dispositivo de encendido (25). Este dispositivo de encendido (25) se indica también que puede ser controlado mediante el control de arranque (26). Debe quedar comprendido que el sistema de encendido puede también tener opcionalmente un calentador eléctrico u otro tipo de calentador que precaliente el combustible, a fin de facilitar la combustión. Un sistema de control de combustible típico que puede emplearse es el sistema de control de combustible de motor de la General Electric T-58.

En las Figs. 1 a 9 se observará que el rotor (17) tiene una pluralidad de paletas (27) u otros tipos de elementos divisorios o tabiques divisorios que pueden tener un gran número de configuraciones. Tal y como se discutirá a continuación en relación con las Figs. 7(A-C), 8(A-C) y 9(A-C), estas paletas o elementos divisorios pueden formarse a fin de que se crea una máquina de flujo axial, de flujo radial o de flujo mezclado.



Las cavidades entre las paletas del rotor o elementos divisorios se denominarán a continuación como cámaras del rotor. Las cámaras del rotor, tal y como se ha mencionado anteriormente, se identifican como las cámaras (18) en las Figs. 1 a 10.

5. Cada cámara del rotor (18) está limitada mediante dos paletas de rotor (27) en los lados y mediante un cubo de rotor (28) en un tercer lado. El cubo del rotor puede verse mejor en las Figs. 1, 7(A-C), 8(A-C), 9(A-C) y forma la base de cada cámara del rotor. El cubo (28) es de configuración cilíndrica para las cámaras formadas en hélice, en forma de disco, para las cámaras formadas en espiral y en forma cónica para las cámaras formadas helicoidalmente, tal y como se ha mostrado en las Figs. 7(A-C), 8(A-C) y 9(A-C).

15. Como se determinará al examinar las Figs. 1 a 6, el rotor compresor-expansor (17) queda encerrado dentro de un alojamiento estacionario que se identifica generalmente como (29), cuyas paredes quedan adyacentes a las trayectorias de las aberturas de entrada y las aberturas de salida de las cámaras del rotor. Cada cámara del rotor está limitada al exterior, es decir, el lado que queda opuesto al cubo del rotor ya sea mediante otra pared del alojamiento (29) o mediante una gualdera giratoria (30) fijada en las paletas. Esta gualdera no se ha mostrado en las Figs. 1, 2, 3 ó 4, pero puede verse en las Figs. 7(A-C), 8(A-C) y 9(A-C). Al objeto de esta descripción, las aberturas en el alojamiento estacionario que conectan las distintas cámaras de gas estacionarias con las cámaras del rotor, se identificarán como portillos. El portillo (12), que conecta la cámara de admisión o toma (11), con las cámaras del rotor, se ha descrito con anterioridad. Se observará también en las distintas Figs. 1 a 6, que hay un portillo de gas caliente (31) que

408033 12 -

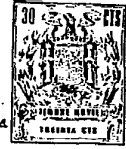


- desemboca desde la cámara de calentamiento (22), un portillo de escape (19) que desemboca hacia la cámara de escape (20), un portillo de aire comprimido frío (32), que desemboca hacia la cámara de gas comprimido frío (33), una pluralidad de portillos de expansión de gas de alta temperatura (34E), (35E), (36E) y (37E), y una pluralidad de portillos de reentrada de gas caliente (34R), (35R), (36R) y (37R). Debe quedar comprendido que el espacio libre entre el rotor (17), incluyendo las paletas del rotor (27) y la gualdera opcional (30) y del alojamiento estacionario (29), es lo bastante pequeño en todos los lados para impedir cualquier flujo de gas apreciable entre las cámaras del rotor adyacentes, o desde las cámaras del rotor radialmente hacia adentro más allá del cubo (28), o desde las cámaras del rotor radialmente hacia afuera más allá de la gualdera opcional (30).
5. Sin embargo, este espacio libre entre el rotor (17) y el alojamiento del rotor (29) es suficiente para permitir la rotación no restringida del rotor a todas las temperaturas de funcionamiento. En las Figs. 5 y 6, el espacio libre entre el rotor y el alojamiento estacionario se muestra como una sola línea para indicar que el espacio libre es muy estrecho.
10. Cada entrada de la cámara del rotor (21), por lo general, tendrá aproximadamente la misma área en sección transversal que la porción principal de la cámara del rotor. La salida de cada cámara del rotor está restringida normalmente para formar una boquilla convergente (38) de la cámara del rotor. Alternativamente, tal y como se ha ilustrado en la Fig. 10B, cada boquilla puede adoptar la forma de una sección restringida (39), seguida por una sección expandida (40) para formar una boquilla convergente-divergente (41) que se expondrá a continuación. El área de sección transversal mínima de la boquilla de la cámara del rotor es
15. 20. 25. 30.

25. 30.



- menor que aquella de la porción principal de la cámara del rotor. La relación del área en sección transversal de la garganta de la boquilla con relación a aquella de la cámara del rotor propiamente dicha, se elige para que sea lo bastante pequeña para producir
5. una onda de choque reflejada, tal y como se ha mencionado y como se describirá en mayor detalle a continuación. El rotor compresor-expansor (17) se coloca para girar adyacente a la cámara de toma o admisión (11), la cámara de calentamiento (22), la cámara de escape o descarga (20) y la cámara de gas comprimido frío (33). Las
10. cámaras del rotor, admiten gases fríos desde la cámara de toma actuando inicialmente como un gas de barrido seguido por gases calientes desde la cámara de calentamiento. Debe quedar comprendido que el motor puede equiparse con elementos para lograr solamente uno de dichos ciclos por revolución, utilizando todas las cámaras
15. del rotor alrededor de la periferia del rotor compresor-expansor durante el período en que se efectúa el ciclo. Por otra parte, puede haber elementos que constituyan el motor, que logren una pluralidad de dichos ciclos en una revolución. En aquellas modalidades en donde hay una pluralidad de ciclos de funcionamiento que se logran dentro de una revolución completa del rotor, la manera de lograr cada ciclo se define mediante un sector de funcionamiento de configuración de arco (véanse las Figs. 11A a 11F). Cada uno de dichos arcos, dentro del cual ocurre un ciclo de funcionamiento completo, se denominará a continuación como un sector. El motor de
20. ondas de choque puede de esta manera tener un solo sector o puede tener una pluralidad de sectores, colocados alrededor del eje del rotor compresor-expansor tal y como se discutirá adicionalmente en relación con las Figs. 11A a 11F. En el caso de una pluralidad de sectores, los distintos sectores pueden ocupar ya sea arcos iguales
25. o arcos desiguales alrededor de la periferia del rotor, y pue-
- 30.



den colocarse simétrica o asimétricamente, alrededor del eje.

Funcionamiento de un ciclo.

- Los pasos que ocurren en un ciclo de funcionamiento, es decir, aquellos que ocurren durante el tiempo en que la cámara del rotor de un rotor compresor-expansor pasa a través de un sector, se describen en la presente como un funcionamiento del punto característico, es decir, a la velocidad óptima para un cierto régimen de combustión del combustible, temperatura del gas caliente y carga externa. A otras velocidades o temperaturas, la llegada y salida de las ondas de choque, las ondas de choque reflejadas y las ondas de expansión pueden variar tal y como se describirá a continuación. Estas condiciones se denominan "operaciones o funcionamientos "intermedios". La secuencia de efectos resultantes, sin embargo, será prácticamente igual aún cuando los flujos, las presiones, las temperaturas y la energía pueden variar de aquellas que son propias del funcionamiento del punto característico. Hay una multiplicidad de ondas de choque (directas o reflejadas) y ondas de expansión que ocurren dentro de las cámaras del rotor, como consecuencia de las aperturas y cierres del portillo durante el procedimiento de compresión y durante el procedimiento subsiguiente de la expansión del gas caliente. Sin embargo, en la explicación que se dará a continuación, solamente se describirán las ondas de choque y las ondas de expansión más importantes, que determinan directamente el funcionamiento y las secuencias de tiempo de los portillos de entrada y de salida y de las cámaras del rotor.

- A un funcionamiento del punto característico, la secuencia de efectos puede comprenderse mejor tomando en cuenta la Fig. 2. Se comprenderá que la Fig. 2 muestra una estructura que es más sencilla que aquellas mostradas en las Figs. 3 y 4 a fin de presentar más claramente el fenómeno de las ondas de choque



iniciales y reflejadas así como de una onda de expansión inicial. Debido a esta razón, la estructura mostrada en la Fig. 2 no tiene bloques movibles en los portillos de entrada y de salida, los cuales son necesarios para permitir un funcionamiento más eficiente a través de una escala de velocidades. Sin embargo, por razones de claridad cuando sea posible se usan los mismos números de identificación en la Fig. 2 que aquellos usados en las Figs. 3 y 4.

5. Tomemos ahora en cuenta por el momento que hay un gas caliente que fluye a través del último pasaje (37R) del sistema de reentrada (los detalles del cual se darán a conocer a continuación). El gas caliente fluye hacia las cámaras del rotor (18) y la expansión del mismo hacia afuera de las boquillas (38) proporciona el empuje restante último para el ciclo. Debe también quedar comprendido en esta porción inmediata de la descripción que las paletas de la cámara del rotor (27) en realidad están colocadas alrededor de todo el rotor (17), pero quedan fuera del dibujo a lo largo del portillo de toma o admisión de gas frío (12) y al portillo de gas caliente (31) a fin de salir de aquella área para la explicación del fenómeno de la onda de choque inicial reflejada. Excepto en lo que se refiere a los efectos de fricción de pared, la exposición progresiva, no instantánea de las entradas y salidas de cada cámara del rotor hacia los distintos portillos de entrada y de salida tiende a que las intercaras del gas, las ondas de choque, las ondas de choque reflejadas y las ondas de expansión dentro de cada cámara del rotor, queden en sentido paralelo a las orientaciones mostradas en las Figs. 2 y 6.

10. Tómese en cuenta entonces que, inicialmente, las cámaras del rotor (18) contienen gas caliente expandido residual que permanece desde el final del ciclo de funcionamiento anterior.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

408033

- 16 -



- A medida que gira el rotor compresor-expansor (17) (o que parece que se mueve hacia arriba tal y como se considera en el dibujo lineal de la Fig. 2), las cámaras del rotor (18) tienen sus aberturas de entrada expuestas a la cámara de toma o admisión (11), a través del portillo de entrada de gas frío (12), y como resultado,
5. el gas frío, aire de esta descripción, se hace pasar hacia las cámaras del rotor (18). Se recordará de la descripción anterior que el gas frío en la cámara (11), se suministra mediante el soplador (15); por lo tanto, es de una presión igual o ligeramente mayor
10. que el gas caliente residual que queda en las cámaras del rotor. El gas frío entra en las cámaras del rotor iniciando un procedimiento de barrido que expulsa los gases residuales calientes a través de las boquillas de la cámara del rotor (38) y hacia afuera a través del portillo de escape (19) hacia la cámara de escape o descarga (20).
15. La intercara entre el gas frío que entra desde la cámara de toma o admisión (11) y los gases calientes residuales en las cámaras del rotor (18) se muestra mediante la línea de puntos y guiones (42), y a la misma se hará referencia a continuación como una intercara de gas frío/gas caliente (42). Se observará que
20. la intercara (42) tiene un cambio de orientación que comienza en la entrada hacia las boquillas de la cámara del rotor (38). El cambio de orientación de la intercara de gas frío/gas caliente (42) en la entrada de la boquilla, resulta de la mayor velocidad de
25. los gases a través de las boquillas (38) en comparación con su velocidad a través de la porción principal de la cámara del rotor (28). La intercara (42) ilustrada en la Fig. 2 muestra la posición estacionaria aparente de la intercara desde el punto de vista de un observador en el alojamiento del rotor (29). A pesar de la posición fija aparente de la intercara, los gases a ambos lados de
- 30.



- la intercara y la intercara (42) misma, se estan moviendo a alta velocidad a través de las cámaras del rotor y las boquillas de la cámara del rotor. A pesar de las altas velocidades de estos gases a través de las cámaras del rotor y de las boquillas
5. de la cámara del rotor, la intercara (42) se hace que aparezca como estacionaria por medio del giro del rotor.
- Cuando la intercara (42) llega a la salida de la boquilla, al poco tiempo después, las porciones de barrido de admisión del ciclo de funcionamiento se completan y la rotación continua del rotor compresor-expansor (17) ocasiona que las salidas de la boquilla se cierren por medio de la pared (43), del alojamiento (29). El cierre de las boquillas del rotor ocasiona que el gas frío que entró desde la cámara de admisión o toma (11) desde el portillo de entrada (12), se lleve a la posición de descanso. Esta detención inicia una onda de choque (44) que se propaga en aguas arriba hacia la entrada de la cámara del rotor. El gas frío continúa fluyendo desde la cámara de admisión (11) hacia las cámaras del rotor, mientras que dentro de cada cámara del rotor que se ha sellado mediante la pared (43), hay una onda de
10. choque que se aproxima a la entrada de la cámara del rotor. Cuando la onda de choque (44) en la cámara del rotor llega a la entrada de la cámara del rotor, la sincronización del giro del rotor (17) es de manera tal que la entrada de la cámara del rotor se sella por medio de la pared (45). Este cierre impide que el flujo invertido del gas frío de mayor presión (que se comprime mediante la onda de choque (44) vuelve de nuevo hacia la cámara de admisión (11) y evita también que haya una onda de expansión, indeseable reflejada hacia la cámara del rotor. Este cierre bien
15. sincronizado lleva al máximo la cantidad de gas frío atrapado en la cámara del rotor. En este punto de funcionamiento, el gas frío
- 20.
- 25.
- 30.

408033

- 18 -



en la cámara del rotor se comprime parcialmente y la presión del gas frío parcialmente comprimido (46) es mayor que aquella del gas de admisión (47) que está entrando desde la cámara de admisión (11).

5. En el caso de un motor de un ciclo abierto de diseño muy sencillo en donde tanto la cámara de admisión como los portillos de escape están a presión atmosférica, las partes de barrido y de admisión tal y como se han resumido en lo que antecede, podría hacerse que ocurrieran como resultado del efecto de bombeo de las cámaras movibles en hélice, en espiral o helicoidal de un rotor compresor-expansor. Este efecto de bombeo puede utilizarse con eficiencia específica en relación con la modalidad de la boquilla convergente-divergente (que va a describirse a continuación) en donde la sección divergente de la boquilla actúa como un elemento de difusión subsónico durante el barrido.
10. En las modalidades más complicadas de la presente invención, la presión en la cámara de admisión (11), puede elevarse apreciablemente por encima de aquella en el portillo de escape por medio de un soplador impulsado mecánicamente (15), tal y como se ha mencionado anteriormente, o mediante un turbo-supercargador, mediante un dispositivo de ariete o de compresión tal y como se usa en un avión mediante combinaciones de los anteriores o por cualquier otro elemento apropiado.
15. Hasta ahora se ha tomado en cuenta el barrido de los gases calientes residuales, así como la compresión de admisión y parcial del gas frío, es decir, el gas de admisión en el caso de las modalidades del ciclo abierto. Al completarse la fase de barrido y de admisión del ciclo de funcionamiento, la rotación continua del rotor compresor-expansor (17) expone las entradas de la cámara del rotor a la cámara de calentamiento (22) a tra-
- 20.
- 25.
- 30.



- vés del portillo de entrada de gas caliente (31). Esta exposición crea una intercara o superficie de límite (48) entre el gas de alta presión y alta temperatura (49) desde la cámara de calentamiento (22) y el gas parcialmente comprimido relativamente frío (46)
5. atrapado en las cámaras del rotor. Como se ha explicado en lo que antecede, en relación con la intercara (42), la intercara (48) se muestra como una línea de guiones y puntos que ilustra una relación espacial estacionaria en una pluralidad de cámaras del rotor. Esta es la posición de la intercara (48) que se observaría si la
10. intercara pudiera marcarse y que el observador se colocara por encima del alojamiento con respecto a la Fig. 2. La intercara (48) queda en la misma posición con relación al alojamiento (29). Esta intercara en realidad se está moviendo rápidamente a través de las cámaras del rotor, sin embargo, la orientación de la intercara con respecto al alojamiento se determina mediante la dirección inicial
15. de la entrada de gases calientes (axial en este caso) a través del portillo (31), la relación de presiones del gas caliente (49) y el gas parcialmente comprimido (46), y la velocidad de la cámara del rotor.
20. Debido a la diferencia de presión inicial a través de la intercara (48) que corresponde bajo las condiciones del punto característico a la diferencia de velocidad entre el gas frío parcialmente comprimido (46), atrapado en las cámaras del rotor y el gas de alta temperatura (49) que viene a través del portillo de
25. entrada de gas caliente (31), se genera una segunda onda de choque (50) que se propaga desde la entrada de la cámara del rotor a través del gas frío parcialmente comprimido. Esta onda de choque (50) que se mueve más rápidamente que la intercara de gas caliente/gas frío comprimido (48) atraviesa toda la longitud de la cámara del
30. rotor elevando además la presión del gas frío parcialmente compri-



mido en la cámara del rotor. La onda de choque (50) se ilustra en la Fig. 2, como una relación espacial tal y como se describe en lo que antecede. La onda de choque (50) es estacionaria con respecto al alojamiento (29) pero se mueve a alta velocidad con respecto a las cámaras del rotor (18).

5. Cuando la onda de choque (50) llega a la porción restringida de la cámara del rotor que forma la entrada hacia la boquilla convergente de la cámara del rotor (38) (o la boquilla convergente y divergente (41), en la modelidad alternativa), se genera una onda de choque reflejada (51). La resistencia de la onda de choque reflejada depende del área de sección transversal reducida de la garganta de la boquilla en comparación con el área de sección transversal de la cámara del rotor, la velocidad del rotor, la temperatura del gas caliente y el ángulo de la paleta del rotor. La onda de choque reflejada (51) se mueve rápidamente a través del gas enfriado ahora comprimido (52) y a través de los gases calientes de entrada (49) en la dirección en, aguas arriba hacia la entrada de la cámara del rotor. Debe comprenderse como en las descripciones de las otras ondas e intercaras,
10. que la onda de choque reflejada (51) se muestra en relación espacial; es decir, estacionaria con respecto al alojamiento del rotor (29) aún cuando se esté moviendo a alta velocidad a través de las cámaras del rotor (18). La velocidad de la cámara del rotor cuando se añade a la velocidad de la onda de choque a través de la cámara, hace girar el vector de la onda de choque reflejada, hasta la posición mostrada en la Fig. 2 en donde aparece como un vector constante con respecto al alojamiento del rotor.

15. A través de su paso por la cámara del rotor, esta onda de choque reflejada (51) aumenta, además, la presión de los gases fríos (53) y de los gases calientes (54), que quedan detrás
- 20.
- 25.
- 30.



- de la onda de choque reflejada. Se observará que hay un cambio de orientación en la onda de choque reflejada (51), en la intercara del gas caliente/gas frío comprimido (48) debido a la mayor velocidad de la onda de choque reflejada en el gas caliente (49) en
5. comparación con la velocidad de la onda de choque reflejada en el gas frío comprimido (52). Hay también un cambio en la orientación en la intercara del gas caliente/gas frío comprimido (48) en su intersección con la onda de choque reflejada (51). Este cambio en la orientación se debe a la velocidad de flujo reducida del gas frío comprimido (53) y el gas caliente (54) a través
10. de la cámara del rotor, después de haber pasado la onda de choque reflejada (51). Se observará también que hay otro cambio de la orientación en la intercara del gas caliente/gas frío comprimido (48) en la entrada de la boquilla debido a la mayor velocidad de los gases a través de la boquilla (38) en comparación con
15. la velocidad a través de la cámara del rotor (18).

- Como resultado del efecto de las ondas de choque (44) y (50) y de la onda de choque reflejada (51), la presión del gas relativamente frío (53) en la cámara del rotor se eleva hasta la
20. presión máxima lograda en el ciclo de funcionamiento del motor. La presión del gas caliente (54) en la cámara del rotor, que se ha sometido también a la onda de choque reflejada (51) aun cuando se ha elevado considerablemente por medio de la onda de choque reflejada, será algo menor que la del gas frío (53) debido a la
25. resistencia disminuida de esta onda de choque reflejada (51) después de haber pasado a través de la intercara de gas caliente/gas frío comprimido (48), y continúa su movimiento hacia la abertura de entrada de la cámara del rotor. Sin embargo, en este punto en el ciclo de funcionamiento, la presión del gas caliente (54), de-
30. trás de la onda de choque reflejada (51), se eleva hasta un nivel



considerablemente mayor que aquel del gas caliente (49) en la cámara de calentamiento (22), aún cuando permanece inferior a la presión del gas frío comprimido (53), en la cámara del rotor.

- En el momento o cerca del momento en que la onda de choque (50) llega a una boquilla (38) de una cámara de rotor, la rotación continua del rotor compresor-expansor (17) alinea cada salida de boquilla de la cámara del rotor con el portillo de salida de gas frío comprimido (32) que desemboca hacia la cámara de gas comprimido frío (33), y desde ahí (a través del conducto (55) alrededor del rotor) hacia el lado de admisión de la cámara de calentamiento (22). Esto puede apreciarse mejor examinando la Fig. 4 en donde el portillo (32), la cámara (33), el conducto (55) y la cámara de calentamiento (22), se han mostrado todos ilustrando la trayectoria del gas frío o comprimido (53) desde la boquilla de la cámara del rotor (38) hasta el lado de entrada o de admisión de la cámara de calentamiento (22). En una modalidad, hay un intercambiador de calor opcional (56), colocado para usar los gases calientes barridos o residuales para precalentar los gases fríos altamente comprimidos que pasan a través del conducto (55) antes de entrar en la cámara de calentamiento (22).

- Como puede apreciarse adicionalmente en la Fig. 4, el gas frío altamente comprimido sobrante (53) (o aire) que no es requerido por la cámara de calentamiento (22) para sustentar el funcionamiento del presente motor, puede ser alimentado a través de la válvula de retención (57) y de la tubería (58) hacia un tanque de almacenamiento de alta presión (59) para usarse con relación a un sistema de suministro de gas comprimido (o aire) o desviarse a través de una tubería apropiada y conexiones de manguera para emplearse inmediatamente para objetos convencionales tales



como el abastecimiento de herramientas y equipos impulsados por aire, dispositivos de arranque neumáticos, turbinas de aire, neumáticos para automoviles, resortes neumáticos, frenos neumáticos, motores de dirección, acondicionadores de aire, y análogos.

5. Un aspecto importante de la expansión y de la descarga del gas frío de alta presión (53), es el trabajo efectuado en este procedimiento. La expansión y la descarga del gas frío de alta presión (53) desde las cámaras del rotor (18) a través de las boquillas de la cámara del motor (38) es en una dirección que tiene un componente de velocidad relativo opuesto a la dirección de movimiento del rotor compresor-expansor (17). La descarga del gas relativamente frío altamente comprimido (53), es una expansión eficiente productora de trabajo y a través de una amplia escala de velocidades de rotor, contribuye al par de torsión positivo generado en el uso eficaz de la presión producida mediante la onda de choque reflejada (51), en el gas frío (53). Esta contribución se hace posible debido a la presencia de las boquillas (38) de la cámara del rotor que ocasionan también que la onda de choque reflejada (51) y que controlan el flujo del gas frío de alta presión (53) desde la cámara del rotor. Este efecto de reacción se produce por medio de las boquillas convergentes (38) o, tal y como se describirá a continuación, por medio de la boquilla convergente y divergente (41) que actúa para aumentar la velocidad del gas frío de alta presión de salida con respecto a su velocidad en la cámara del rotor.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

- Reconsiderando la Fig. 2 se podrá determinar que el alojamiento de rotor se diseña además a fin de que en el momento o cerca del momento en que la onda de choque reflejada (51) llega a la entrada de la cámara del rotor, la entrada se sella por medio de la pared (60). Lo anterior es el caso debido a que el rotor
- 30.



- compresor-expansor (17) tiene rotación continua y la rotación del mismo, a un funcionamiento del punto característico es de tal manera que a medida que la onda de choque reflejada (51) llega a la abertura de entrada (21) de la cámara del rotor (en donde se está efectuando el fenómeno), la abertura de entrada se habra movido opuestamente o adyacente a la pared (60). Por lo tanto, la abertura de entrada de la cámara del rotor se cierra por medio de la pared (60) del alojamiento impidiendo de esta manera una reducción en la presión de los gases calientes comprimidos por choque en la
5. cámara del rotor. Debe observarse que durante el intervalo de tiempo en que la onda de choque reflejada (51) está atravesando una cámara del rotor (18), los gases calientes (49) continuan fluyendo a través del portillo (31) hacia la cámara del rotor (18) llevando de esta manera al máximo la carga de los gases calientes
10. que se alimentan hacia la cámara del rotor. Durante el momento o cerca del momento en que la intercara del gas caliente/gas frío comprimido (48) llega a la salida de la boquilla de la cámara del rotor, esta salida de boquilla se cierra por medio de la pared (61), iniciando, de esta manera, la onda de choque (62). Ese cierre ocurre debido a la relación continue del rotor y compresor-expansor (17). La Fig. 2 ilustra también una onda de expansión (o abanico) (63-64) limitado mediante la onda inicial (63) y la onda final (64), Hay una caída continua en la presión del gas a través del abanico de expansión desde la onda (63) hasta la onda (64). El
15. abanico de expansión (63-64), se genera debido a que los gases en la cámara del rotor se están moviendo a una cierta velocidad hacia la boquilla de la cámara del rotor, y repentinamente se detienen cuando se cierra la entrada de la cámara del rotor. La onda de choque (62) se genera de la misma manera que se generó la onda de choque inicial (44); es decir, interrumpiendo el flujo de gas hacia
- 20.
- 25.
- 30.



- afuera de la abertura de la boquilla en este caso por medio de la pared (61). La onda de choque (62) tiende a descentrarse o a terminar el abanico de expansión (63-64). El efecto combinado tanto del abanico de expansión (63-64) como la onda de choque (62), es colocar en posición de descanso temporalmente los gases en la cámara del rotor.
5. Expansión. Aún cuando la expansión o purga del gas frío altamente comprimido (53) desde el rotor ya se ha expuesto con anterioridad, el procedimiento de expansión o purga de los gases calientes altamente comprimidos (54), es normalmente el factor contribuyente más importante para el par de torsión del rotor y por lo tanto para el trabajo efectuado por el motor. A este respecto, se tomarán en cuenta las Figs. 5 y 6. En las Figs. 5 y 6, las paletas (27) se han excluido en la mayor parte de cada dibujo a fin de simplificar la descripción. Debe quedar comprendido que el rotor compresor-expansor (17) en cada uno de los dibujos, Fig. 5 y Fig. 6 está completamente equipado con paletas (27) alrededor de su periferia aún cuando dichas paletas se hayan solamente mostrado parcialmente.
10. Se tendrá en cuenta la Fig. 5 en donde se han mostrado cuatro etapas de reentrada y expansión en un sector del motor de onda de choque reflejada. Los portillos de expansión se identifican con la letra "E" tales como (34E) y los portillos de reentrada se identifican con la letra "R" tal como (34R). Debe quedar comprendido que el portillo de expansión (34E) se conecta alrededor del exterior del rotor mediante un conducto (no ilustrado), hacia el portillo de reentrada (34R) tal y como se muestra en la Fig. 5. De manera semejante, cada uno de los portillos de expansión se conecta mediante un conducto con un portillo de reentrada que se señala con un número de identificación
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- correspondiente. Por ejemplo, el portillo de expansión (35E) se conecta con el portillo de reentrada (35R), el portillo de expansión (36E) se conecta con el portillo de entrada (36R), mientras que el portillo de expansión (37E) se conecta con el portillo de reentrada (37R). Al objeto de orientar las Figs. 5 y 6 con respecto a las otras figuras, se observará que el portillo de salida más hacia la parte inferior (32) es igual que el portillo de salida de gas frío comprimido (32) que se ha mostrado en las Figs. 1 a 4, aún cuando las dimensiones se indican de manera algo diferente. De forma semejante, el portillo de entrada de gas caliente (31), en las Figs. 5 y 6 es igual que el portillo de entrada de gas caliente (31) en las Figs. 1 a 4, aún cuando de nuevo las dimensiones son algo diferentes. Se observará que hay un aumento progresivo en los tamaños de los portillos de expansión (34E), (35E), (36E) y (37E). Lo mismo es el caso de los portillos de reentrada correspondientes (34R), (35R), (36R) y (37R). El aumento progresivo en los tamaños de los portillos en la dirección hacia arriba (la dirección del movimiento giratorio) en las Figs. 5 y 6, se debe a la necesidad de acomodar una fracción progresivamente mayor que el flujo total del gas caliente, así como del volumen expandido del gas caliente, en cada una de las etapas sucesivas. Los portillos de expansión mostrados son típicos de aquellos que pueden usarse eficazmente para las etapas de expansión progresivas en un solo rotor de este motor, proporcionando el par de torsión, usando la reentrada para volver a cargar las cámaras del rotor, que luego utilizan la reacción de los gases que se expanden a través de las boquillas de la cámara del rotor para impulsar esta último. La expansión final del gas caliente, y la reacción del rotor con respecto a la misma, ocurre con el flujo a través de la boquilla hacia el portillo de escape
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.
  - 25.
  - 30.



o descarga (19). Esta etapa es seguida mediante un flujo del gas frío de barrido que entra en las cámaras del rotor a través del portillo de admisión o toma (12). La exposición de la entrada de la cámara del rotor a la cámara de admisión de gas frío (11) a través del portillo de admisión de gas frío (12) con las aberturas (14), inicia el siguiente ciclo de operaciones, el cual sigue los mismos pasos descritos en lo que antecede.

- Se muestra una modalidad alternativa que ilustra el procedimiento de expansión en tres etapas típicas de reentrada, tal y como se ilustra en la Fig. 6. De nuevo, en la Fig. 6, a fin de que haya continuidad entre todos los dibujos, el portillo de salida del gas frío comprimido típico (32) y portillo de entrada de gas caliente (31), se repiten dentro de la vista lineal, tal y como se muestran anteriormente en la Fig. 5. En la Fig. 6, las dimensiones y ubicaciones de los portillos de expansión (34E), (35E) y (37E), así como los portillos de reentrada (34R), (35R) y (37R) se seleccionan de manera que durante el funcionamiento en el punto característico las llegadas sincronizadas de las ondas de expansión principales contribuyan al flujo eficiente del gas caliente de expansión.

- El portillo de expansión (36E) y el portillo de reentrada (36R) no están presentes en la Fig. 6, debido a que se incluyen únicamente tres etapas de reentrada. Como se ha mencionado anteriormente, puede suceder que se produzca una onda de expansión ya sea dando por terminada la entrada existente en la fuente, o iniciando una salida hacia la región de presión más baja. El primer tipo de onda de expansión lleva el gas movable hacia su posición de descanso, comenzando en el punto de entrada mientras que el segundo tipo de onda de expansión inicia o acelera el flujo a través de una salida. Debe observarse que una onda de choque es una

408033

- 28 -



simple onda de discontinuidad de presión, mientras que una onda de expansión es una región de presiones que cambian continuamente. La zona cubierta mediante dicha onda de expansión se denomina algunas veces como un abanico de expansión. No se muestran

5. abanicos de expansión en la Fig. 5. En la Fig. 6, los abanicos se representan, por razones de simplicidad, como líneas sencillas debido a que cada ángulo del abanico es muy pequeño.

10. En la Fig. 6, el abanico de expansión (63-64) que se describen en relación con la Fig. 2 se muestra, por razones de simplificación, como una sola línea (63). Se recordará que esta onda de expansión se inició dando por terminada la entrada del gas caliente existente a través del portillo (31) cuando la cámara del rotor se cerró por medio de la pared (60). Consecuentemente, el abanico de expansión (63) es del primer tipo. Debe

15. también quedar comprendido que los abanicos u ondas de expansión que se han mostrado en la Fig. 6, no se indican con interrupciones en las boquillas debido a que el dibujo se halla reducido, aún cuando estas ondas tendrían una interrupción en las boquillas de las gargantas, similar a aquella mostrada en

20. la Fig. 2. Como puede verse en la Fig. 2, cuando la boquilla de la cámara del rotor se cierra por medio de la pared (61), se genera una onda de choque (62) que tiende a cancelar el efecto de reducción de presión del abanico de expansión (63). El efecto combinado de los dos es detener temporalmente los gases calientes en la cámara del rotor. Inmediatamente después, la salida

25. de la boquilla de la cámara del rotor se expone al portillo de expansión (34E), iniciando de esta manera una onda de expansión (65) (tal y como se muestra en la Fig. 6) del segundo tipo. Como resultado, hay una salida de gases calientes a través del

30. portillo (34E) hacia la región de presión menor, Como puede ver



- se en la Fig. 6, la onda de expansión (65) marcha aguas arriba hacia la pared (60) hasta una posición más o menos entre el portillo de entrada de gas caliente (31) y el primer portillo de reentrada (34R). Puesto que los gases calientes tienen una velocidad hacia la boquilla de la cámara del rotor, continuarán fluyendo hacia la boquilla, aun después de que la onda de expansión (65) llegue a la pared (60) y produzca una onda de expansión reflejada (66). Sin embargo, los gases que están limitados por medio de la pared (60), la onda de expansión reflejada (66) y la onda de expansión (67), deben llevarse a la posición de descanso con respecto a la cámara del rotor mientras que los gases que quedan entre la onda de expansión reflejada (66) y la boquilla de la cámara del rotor, continúan fluyendo hacia afuera a través de la boquilla hasta que la onda de expansión (66) llega a la boquilla.
5. Puesto que el rotor (17) continúa girando, las salidas de la boquilla de la cámara del rotor se exponen al portillo de expansión (35E) y, por lo tanto se genera otra onda de expansión (67). La onda de expansión (67) atraviesa la cámara del rotor y llega idealmente a la entrada de la cámara del rotor en coincidencia con la exposición de la entrada de la cámara del rotor al portillo de reentrada (34R). El efecto de la onda de expansión (67) es disminuir la presión de la cámara del rotor hasta un nivel más bajo. Los gases calientes parcialmente expandidos conducidos desde el portillo (34E) fluyen, por lo tanto, a través del portillo de reentrada (34R) y entran en las cámaras del rotor expuestas al portillo (34R).
10. Puesto que el rotor (17) continúa girando, las salidas de la boquilla de la cámara del rotor se exponen al portillo de expansión (35E) y, por lo tanto se genera otra onda de expansión (67). La onda de expansión (67) atraviesa la cámara del rotor y llega idealmente a la entrada de la cámara del rotor en coincidencia con la exposición de la entrada de la cámara del rotor al portillo de reentrada (34R). El efecto de la onda de expansión (67) es disminuir la presión de la cámara del rotor hasta un nivel más bajo. Los gases calientes parcialmente expandidos conducidos desde el portillo (34E) fluyen, por lo tanto, a través del portillo de reentrada (34R) y entran en las cámaras del rotor expuestas al portillo (34R).
15. Puesto que el rotor (17) continúa girando, las salidas de la boquilla de la cámara del rotor se exponen al portillo de expansión (35E) y, por lo tanto se genera otra onda de expansión (67). La onda de expansión (67) atraviesa la cámara del rotor y llega idealmente a la entrada de la cámara del rotor en coincidencia con la exposición de la entrada de la cámara del rotor al portillo de reentrada (34R). El efecto de la onda de expansión (67) es disminuir la presión de la cámara del rotor hasta un nivel más bajo. Los gases calientes parcialmente expandidos conducidos desde el portillo (34E) fluyen, por lo tanto, a través del portillo de reentrada (34R) y entran en las cámaras del rotor expuestas al portillo (34R).
20. Puesto que el rotor (17) continúa girando, las salidas de la boquilla de la cámara del rotor se exponen al portillo de expansión (35E) y, por lo tanto se genera otra onda de expansión (67). La onda de expansión (67) atraviesa la cámara del rotor y llega idealmente a la entrada de la cámara del rotor en coincidencia con la exposición de la entrada de la cámara del rotor al portillo de reentrada (34R). El efecto de la onda de expansión (67) es disminuir la presión de la cámara del rotor hasta un nivel más bajo. Los gases calientes parcialmente expandidos conducidos desde el portillo (34E) fluyen, por lo tanto, a través del portillo de reentrada (34R) y entran en las cámaras del rotor expuestas al portillo (34R).
25. Puesto que el rotor (17) continúa girando, las salidas de la boquilla de la cámara del rotor se exponen al portillo de expansión (35E) y, por lo tanto se genera otra onda de expansión (67). La onda de expansión (67) atraviesa la cámara del rotor y llega idealmente a la entrada de la cámara del rotor en coincidencia con la exposición de la entrada de la cámara del rotor al portillo de reentrada (34R). El efecto de la onda de expansión (67) es disminuir la presión de la cámara del rotor hasta un nivel más bajo. Los gases calientes parcialmente expandidos conducidos desde el portillo (34E) fluyen, por lo tanto, a través del portillo de reentrada (34R) y entran en las cámaras del rotor expuestas al portillo (34R).

Los gases calientes a presión más elevada (pero parcialmente expandidos) desde el portillo de reentrada (34R), a medida que entran dentro de las cámaras del rotor, si no existe igualdad de la presión y de la velocidad con respecto a los gases adyacen-

30.



tes de la cámara del rotor, pueden ocasionar que una onda de choque o una onda de expansión se propague hacia la cámara del rotor, mientras que el flujo continúa a través de la cámara del rotor hacia el segundo portillo de expansión (35E). Mientras tanto, la

5. rotación continua del rotor ocasiona que la entrada de la cámara del rotor se cierre por medio de la pared (68) generando de esta manera una onda de expansión (69) que resulta de la interrupción repentina de la entrada del gas caliente. La onda de expansión (69) atraviesa la cámara del rotor y llega a la salida de la bo-

10. quilla de la cámara del rotor en coincidencia con la exposición de la boquilla de la cámara del rotor al portillo de expansión (37E). Cuando la boquilla de la cámara del rotor se expone al portillo de expansión (37E), se genera un segundo tipo de onda de expansión (70) y la onda de expansión (70) marcha aguas arriba a través de

15. la cámara del rotor, tal y como se ha mostrado. Idealmente, en el momento en que la onda de expansión (70) llega a la pared (68), la entrada de la cámara del rotor se expone al portillo de reentrada (35R) que lleva una continuidad doble del gas expandido conducido desde el portillo de expansión (35E). El efecto de la

20. onda de expansión (70) de nuevo reduce la presión de la cámara del rotor y permite que los gases calientes expandidos al doble de su volumen, que fluyen desde el portillo de reentrada (35R), entren en las cámaras del rotor. Estos gases calientes de entrada pueden también hacer propagar una onda de choque o una onda

25. de expansión hacia la cámara del rotor, tal y como se ha descrito en lo que antecede hacia la etapa de reentrada anterior. Los gases calientes fluyen a través de las cámaras del rotor hacia el portillo de expansión (37E). Como consecuencia de cada expansión y salida de los gases calientes desde la cámara del rotor a través de las boquillas de la cámara del rotor, la reacción produce

30.



- un par de torsión en el rotor. El flujo de los gases calientes expandidos al doble de su volumen hacia las cámaras del rotor para una tercera expansión y hacia el portillo de expansión (37E), continúa de esta manera. Cuando el rotor (17) se mueve hasta un punto en donde la entrada de la cámara del rotor se sella por medio de la pared (71), se genera otra onda de expansión (72) del primer tipo que atraviesa la cámara del rotor hacia la salida de la boquilla de la cámara del rotor. La onda de expansión (72) llega a la salida de la boquilla de la cámara del rotor al tiempo en
5. que la salida de la boquilla se expone al portillo de escape o de descarga (19). La exposición de la salida de la boquilla de salida de la cámara del rotor al portillo de escape (19) genera la onda de expansión (73) de manera semejante a la generación de las ondas de expansión (65), (67) y (70). La onda de expansión (73)
10. atraviesa la cámara del rotor en aguas arriba y llega idealmente a la punta de la pared (71), en coincidencia con la exposición de la entrada de la cámara del rotor al portillo de reentrada (37R). La onda de expansión (73) ocasiona que los gases en la cámara del rotor experimenta otra reducción de presión de manera
15. que los gases (que ya se han expandido tres veces) desde el portillo de reentrada (37R) entren en la cámara del rotor y continuen fluyendo a través de la cámara rotor. Durante la etapa final de la expansión y de la reacción, los gases calientes fluyen a través de las boquillas de la cámara del rotor hacia el portillo de
20. escape (19). Después de la expansión final de los gases calientes hacia el portillo de escape (19), el gas frío desde la cámara de toma o admisión (11) entra en la cámara del rotor a través del portillo (12) con las aberturas (14), iniciando de esta manera el siguiente ciclo de operaciones, tal y como se ha descrito anteriormente.
25. Dependiendo de las dimensiones del rotor y del número
- 30.

408033

- 32 -



de portillos de reentrada que se han proporcionado, puede haber ondas de choque que se interdispersan con las ondas de expansión. Esto se debe a la presión de los gases calientes reentrantes, la cual es diferente de la presión de aquellos gases calientes que ya están dentro de la cámara del rotor. Debe quedar comprendido que los gases que han vuelto a entrar mantienen la carga de los gases calientes en las cámaras del rotor y proporcionan un par de torsión adicional, mediante una reacción repentina de los gases calientes en las boquillas de la cámara de las diferentes clases de reentrada, así como desde el impulso del flujo de reentrada de los gases calientes, en las paletas del rotor.

La expansión continúa tal y como se ha descrito usando un número de etapas de reentrada, y hace uso eficiente de un solo rotor para lograr todas las fases de funcionamiento del motor de ondas turbocompresor integral. En ciertas circunstancias puede ser necesario limitar las dimensiones totales del rotor. En dicho caso, puede ser conveniente incluir solamente la etapa de expansión inicial y/o solamente la primera o las primeras cuantas etapas de reentrada en el rotor. Las etapas restantes de la expansión del gas caliente parcialmente expandido en este punto a una temperatura reducida, puede lograrse fácilmente en una rueda de turbina separada en vez de producir las expansiones repetidas a través del rotor mismo. Dicha rueda de turbina suplementaria puede diseñarse del mismo tipo que las paletas del rotor compresor-expansor para manejar las etapas de reentrada y de expansión de la misma manera que se ha descrito en lo que antecede, o alternativamente, la rueda de turbina suplementaria puede diseñarse con paletas de impulso o de reacción convencionales. la rueda de turbina separada puede enlazarse mecánicamente con el rotor compresor-expansor mediante un árbol, engranajes, cadenas, correas u otros elementos o puede



- ser de funcionamiento libre, sujeta al efecto de un dispositivo de control separado. Un ejemplo, del último sería un turbosupercargador para usarse a grandes altitudes por los aviones turbopropulsados o de turbopropulsión a chorro. Al completarse la expansión mediante cualesquiera de los elementos descritos en lo que antecede,
5. la exposición de las aberturas de entrada de la cámara del rotor hacia la cámara de gas frío de entrada (11) a través del portillo (12) admite una entrada de gas frío para el barrido, iniciando de esta manera el siguiente ciclo de operaciones. La repetición de
10. las fases sucesivas del ciclo de funcionamiento, la admisión y barrido (escape o descarga), compresión y expansión (energía) pueden ocurrir como resultado de las pasadas sucesivas de las cámaras del rotor a través del mismo sector, en el caso de un motor de un solo sector como resultado del paso de las cámaras del rotor a través de las fases correspondientes de los sectores sucesivos, en el
15. caso de un motor de sectores múltiples.  
Funciones importantes de las boquillas de la cámara del rotor.  
 El papel representado mediante las boquillas (38) y (41) de la cámara del rotor en el motor presente es de importancia suficiente para garantizar una discusión adicional. Los gases calientes desde la cámara de calentamiento (22), actúan como una fuente de energía que produce el procedimiento de compresión del rotor descrito en lo que antecede. Después de la iniciación de la onda de choque (50) (véase la Fig. 2) en la intercara de gas caliente/gas frío (48), el gas caliente (49) y el gas frío (52) tienen la misma
20. velocidad y la misma presión estática a cada lado de la intercara. Por lo tanto, el gas frío tienen una presión de estancamiento mayor que el gas caliente debido a densidad más elevada, el número Mach más elevado del gas frío en comparación con la densidad más baja y el número Mach menor que el gas caliente. A las velocidades de
25. rotación elevadas características de este motor descrito en la
- 30.

408033

- 34 -



presente, la velocidad tanto del gas caliente como del gas frío en las cámaras del rotor es elevada. Cuanto mayor es la velocidad del gas caliente y del gas frío, mayor será la diferencia entre la presión de estancamiento del gas frío y la presión de estancamiento del gas caliente. Solamente se necesita parte de esta diferencia de la presión de estancamiento para ocasionar el flujo del gas frío de nuevo alrededor del circuito de flujo incluyendo su paso a través del intercambiador de calor regenerativo (56) (Fig. 4) y a través de la cámara de calentamiento (22), que produce el gas caliente. El resto de esta diferencia de la presión de estancamiento puede utilizarse para aumentar la presión del gas caliente en la cámara del rotor, elevando de esta manera la relación de la presión del motor. Este se logra muy eficazmente con las boquillas convergentes (38) (o las boquillas convergentes-divergentes (41), en una modalidad alternativa) en el lado de salida de las cámaras del rotor. Estas boquillas actúan como restricciones que generan una onda de choque reflejada (51) que se propaga aguas arriba a través tanto del gas frío (52) como del gas caliente (49), en la cámara del rotor. Las boquillas (38) (ó 41) aceleran también el gas frío de salida y dirigen el flujo en su mayoría hacia una dirección opuesta a la dirección de la rotación del rotor, ocasionando que el rotor efectúe su trabajo útil a través de una escala de velocidades extensa. aún a velocidades de salida de gas menores, con relación a la rotación de la cámara del rotor, las boquillas aceleran los gases fríos produciendo de esta manera un par de torsión en el rotor. Las boquillas ocasionan también, a través de la onda de choque reflejada (51), una presión de estancamiento más elevada en el gas caliente (54) (es decir, después de que la onda de choque ha pasado a través del gas caliente (49)) de



- lo que ocurriría si el choque reflejado, es decir si el gas frío se permitiera expandir sin la restricción proporcionada por medio de las boquillas. La presión más elevada producida en los gases calientes mediante la acción de la onda de choque reflejada
5. (51) da por resultado una mayor densidad del gas caliente. Por lo tanto, un rotor de tamaño determinado puede manejar un mayor peso de flujo de gas y producir más energía para una velocidad de terminada que los dispositivos del ramo anterior. Las boquillas de la cámara del rotor permiten también velocidades más elevadas
10. de la cámara del rotor ya que proporcionan elementos para dirigir el flujo con una velocidad de salida mayor, con un componente tangencial mayor, utilizando eficazmente de esta manera la presión elevada desarrollada mediante la onda de choque reflejada (51), tanto en el gas frío (53) como en el gas caliente (54).
15. Después de entrar en el portillo de salida de gas frío de alta presión (32) en el alojamiento, el gas frío tiene una velocidad absoluta relativamente baja (con respecto al alojamiento) pero una presión todavía lo suficientemente elevada para generar un flujo a través de la cámara (33) a través del conducto
20. (55) a través de los intercambiadores de calor regenerativos opcionales (56) y hacia la cámara de calentamiento (22). Después de la conversión mediante la adición de calor de la composición, reactor nuclear, del intercambiador de calor o de cualquier otra fuente, el gas caliente resultante (49) entra en las cámaras del
25. rotor (18) para completar el ciclo de funcionamiento, tal y como se ha descrito en lo que antecede.

Las boquillas de la cámara del rotor (véanse las Figs. 10A y 10B) que se usan en este motor de onda de choque reflejada pueden ser del tipo de boquilla convergente (38) o del tipo de boquilla convergente-divergente (41). En cada caso, la garganta

30.



- restringida de la boquilla (38A) (boquilla convergente) o (39) (boquilla convergente-divergente) de cualquier tipo de boquilla, tiene una área de sección transversal menor que aquella de la sección principal de la cámara del rotor. Sin embargo, la salida (40) de
5. una boquilla convergente-divergente puede tener una área de sección transversal más pequeña o igual o mayor que aquella de la cámara del rotor. En el caso de una boquilla convergente-divergente, la elección de la relación del área de salida de la boquilla al
10. área de la cámara del rotor depende de las relaciones de presión y la velocidad de salida deseada para los gases calientes, así como de las características del dispositivo de difusión en el sistema divergente deseado durante los flujos subsónicos. La importancia específica de una boquilla convergente-divergente es que este tipo de boquilla permite el flujo supersónico eficiente de los
15. gases frío y caliente a alta presión desde las cámaras del rotor durante algunas porciones de la expansión sin restringir seriamente las fases subsónicas del ciclo de funcionamiento. El flujo subsónico del gas normalmente ocurrirá durante el barrido (escape) pero puede también ocurrir durante la descarga del gas frío de alta
20. presión desde las cámaras del rotor hacia el portillo de aire comprimido frío (32) que desemboca hacia la cámara de calentamiento (22). El flujo subsónico puede también ocurrir durante algunas etapas de expansión y de purga de los gases calientes. La incidencia del flujo supersónico contra el subsónico en las etapas de
25. expansión inicial, intermedia o final, depende del diseño y las condiciones de funcionamiento. Las boquillas convergentes-divergentes tienen la ventaja de funcionar como dispositivos de difusión durante la fase de barrido del ciclo de funcionamiento, y reducen o aún eliminan, en algunas modalidades, el requisito para la
30. precompresión del gas de admisión frío (de barrido). Las boquillas



convergentes-divergentes pueden usarse con aspas o paletas giratorias (no ilustradas) en el portillo de escape (19) para servir como dispositivos de difusión, a fin de aumentar la presión estática del gas de escape, proporcionando de esta manera una presión suficiente para la expulsión del gas de descarga o escape hacia la atmósfera.

- 5.
- Durante la fase de alta presión del ciclo de funcionamiento, las boquillas convergentes-divergentes funcionan como aceleradores y dispositivos de restricción de flujo tanto del gas
10. frío comprimido por choque (53) (Fig. 2) como del gas caliente comprimido por choque (54) y llevan a cabo, por lo general, la misma función que las boquillas convergentes (38) explicadas anteriormente. La desventaja de la boquilla convergente-divergente (41) es que puede haber una pérdida pequeña de presión de estancamiento en
15. cada boquilla del rotor durante su paso a través de cierta porción de cada sector de funcionamiento. Esta pérdida de la presión de estancamiento ocurre en aquella parte del sector en donde las relaciones de presión y temperatura son de manera tal que la boquilla convergente-divergente no funciona como una boquilla supersónica
20. de flujo completamente expandido y la presión no es lo bastante baja para que la sección divergente de la boquilla funcione completamente como un difusor subsónico. Como resultado se crea una onda de choque en la parte divergente de la boquilla, debido a la falla de lograr una expansión completa hacia velocidades supersónicas en
25. la salida de la boquilla. Las ubicaciones dentro de cada sector de funcionamiento en donde puede ocurrir esta pérdida de presión de estancamiento variarán con la velocidad del rotor, la temperatura del gas caliente y la relación de presión. El efecto total de estos choques parásitos que pueden ocurrir en la porción divergente
30. de la boquilla (41), en la eficiencia de funcionamiento total



del motor, puede mantenerse hasta un nivel tan bajo así como para no ser significativo en la mayoría de las aplicaciones. A relaciones de presión más baja asociadas con ciertas etapas de expansión y de barrido, la porción divergente de la boquilla (41) de la cámara del rotor actúa como un dispositivo de difusión permitiendo de esta manera la recuperación de la presión, tal y como se requiere, para un flujo a través de los intercambiadores de calor regenerativos opcionales y de los pasajes de escape.

5. Funcionamiento eficiente a través de una escala de velocidades diferentes.

La siguiente explicación ilustra el principio del control de portillos tal y como se aplica al procedimiento de compresión a través de una escala de velocidades y de temperaturas de gas diferentes; sin embargo, el mismo principio es aplicable al control de la ubicación y al tamaño de cualesquiera de los portillos de entrada o de salida del motor. Las ondas de choque (44) y (50), la onda de choque reflejada (51), la intercara de gas frío/gas caliente (42) y la intercara de gas caliente/gas frío (48) deben moverse, tal y como se ha descrito anteriormente con respecto a la Fig. 2. En otras palabras, las ondas de choque deben quedar contenidas idealmente dentro de la cámara del rotor y las intercargas de gas deben moverse a fin de evitar una salida excesiva del gas frío a baja presión (47) desde las cámaras del rotor hacia el portillo de escape (19), en el caso de la intercara (42) y a fin de reducir al mínimo el flujo del gas caliente (54) a través del portillo de gas frío a alta presión (32) o para reducir al mínimo la cantidad del gas comprimido frío llevado hacia el primer portillo de expansión (34E) del motor, en el caso de la intercara (48). Por lo tanto, el objeto de la disposición de control de portillo tal y como se ha ilustrado para el procedimiento



- de compresión en la Fig. 3 y en la Fig. 4, es establecer la relación espacial apropiada entre las orillas delantera y trasera de los portillos apropiados (portillo de gas caliente (31) y portillo de gas frío (32), en este caso) de manera que la onda de choque (50), la onda de choque reflejada (51), el abanico de expansión (63-64) y la intercara de gas caliente/gas frío (48) se muevan de manera tal como para duplicar, hasta donde sea posible, la configuración que se muestra en la Fig 2, independientemente de la velocidad del rotor y de las temperaturas de los gases de funcionamiento.
- 5.
10. En la descripción que se da a continuación, el borde de cualquier portillo de entrada o de salida que se expone primero a la cámara del rotor que se mueve en la dirección normal de rotación, se denominará borde delantero del portillo. De manera semejante, a aquel borde de cualquier portillo que se expone al último en la cámara del rotor que se mueve en la dirección de rotación normal, se denominará borde trasero del portillo.
- 15.
20. El presente motor proporciona en su estructura un elemento para lograr un funcionamiento eficiente a varias velocidades y para un funcionamiento estable durante la secuencia de arranque a través del uso de los bloques de control de portillo movibles (75), (76) y (77), tal y como se muestra en la modalidad preferida, Fig. 3, y los bloques movibles semejantes (78), (79) y (80) tal y como se muestra en una modalidad alternativa, Fig. 4. En ambos casos, los bloques de control logran el mismo objeto, pero la modalidad de la Fig. 3 se prefiere debido a consideraciones prácticas de diseño. Si la escala de movimiento y la ubicación de los bloques de control en la Fig. 3 y en la Fig. 4 se comparan, se harán evidentes varias diferencias algunas de las cuales son importantes de observar debido a que tienen influencia en la preferencia para una modalidad con respecto a las otras. Por ejemplo
- 25.
- 30.

408033

- 40 -



- el bloque de control (78) en el borde trasero del portillo de gas caliente (31) en el caso de la modalidad mostrada en la Fig. 4, debe tener un recorrido mayor para una escala determinada de velocidades y de temperaturas que su duplicado, el bloque de control (76) de la Fig. 3. Esto significa que los canales de guía formados mediante los soportes (81) en la modalidad de la Fig. 3 pueden ser más cortos que los soportes de guía correspondientes (81) de la modalidad alternativa de la Fig. 4, con la ventaja de que estos componentes, el bloque movable y los soportes de guía, estando colocados como están en una porción del motor de alta temperatura, pueden ser mecánicamente más sencillos, más ligeros, menos sujetos a efectos de temperatura y se proyectarán menos hacia la porción de expansión y de reentrada del motor. La eliminación completa, en la modalidad de la Fig. 3, del bloque de control en el borde trasero del portillo de gas comprimido frío (32) da por resultado ventajas semejantes debido a que de nuevo este bloque se sometería a los efectos del gas de alta temperatura. Lo que antecede es el caso debido a que el mecanismo de soporte debe ocupar necesariamente cierto espacio entre el portillo de gas frío (32) y el primer portillo de expansión, y esta disposición retardaría al comienzo de la expansión del gas caliente a través del portillo (34E) con un aumento consecuente en el escape desde la cámara del rotor, antes de la expansión.

- El movimiento mecánico de estos bloques que actúan juntos sirve para modificar tanto los tamaños como las posiciones del portillo de entrada de gas caliente (31) y el portillo de salida de gas frío de alta presión (32). El resultado directo del movimiento apropiadamente coordinado de estos bloques es el equilibrio del flujo de los gases calientes a través del portillo (31) desde la cámara de gas caliente, y el flujo de los gases



comprimidos fríos a través del portillo (32) dentro de la cámara (33) y luego hacia el conducto (55). Los bloques móviles hacen también posible la colocación apropiada de las ondas de choque y/o las ondas de expansión con relación a los portillos a cualquier velocidad y a cualquier temperatura de gas caliente, dentro de la escala de funcionamiento del motor.

5. Las posiciones de los bloques (75), (76) y (77) de la modalidad preferida de la Fig. 3, se controlan mecánicamente mediante las manivelas (82), (83) y (84) respectivamente junto, con levas, cremalleras y piñones o cualquier otro mecanismo ho-  
10. ilustrado. En cada una de las modalidades, tal y como se ha mos-  
trado en las Figs. 1, 3 y 4, el movimiento de los bloques es el de un arco circular.

- Será evidente para aquellas personas expertas en el  
15. ramo que las posiciones de los bordes de los varios portillos, para operaciones y diferentes velocidades y temperaturas de gas, se pueden controlar alternativamente mediante bloques que están restringidos a fin de que no se muevan circunferencial, axial o radialmente dentro y fuera de las distintas aberturas de portillo. Puede haber un solo bloque móvil asociado con cada borde o puede haber una pluralidad de dichos bloques para llevar a ca-  
20. bo el ajuste por etapas de la posición del borde del portillo. Cualquier bloque determinado de este tipo puede también tener componentes de movimiento en más de una dirección, por ejemplo, movimientos combinados circunferenciales, axiales y radiales.  
25.

- Será evidente que es deseable cierta forma de control automático a fin de coordinar los movimientos de los bloques en el caso de un motor que va a usarse en un vehículo para carretera, por ejemplo, debido a que las respuestas humanas serían dema-  
30. siado lentas para efectuar los ajustes, separados a fin de lle-



- var al óptimo las graduaciones de bloque del portillo para cada uno de los muchos cambios de velocidades que son necesarios cuando se maneja un vehículo en el tráfico. La entrada de control principal para los bloques de portillo es la velocidad del motor de manera que requiere un servosistema que establezca una posición básica fija para cada bloque, como una función de la velocidad del motor. Dichos sistemas son llamados "seguidores" o servosistemas de posición y se aplican comúnmente en los sistemas de control industriales.
- 5.
- 10 . Las desviaciones de la graduación básica pueden ser necesarias a fin de compensar la escala extensa de temperaturas de los gases calientes de alta presión. Por ejemplo es concebido que pueda usarse una forma del presente motor bajo condiciones en donde es deseable una escala de salida de energía a ciertas graduación o graduaciones de velocidad especificadas. El cambio en la salida de energía a cierta velocidad constante se obtiene ya sea aumentando o disminuyendo la temperatura y la presión de los gases calientes de alta presión (49) que entran en el rotor (17) desde la cámara de calentamiento (22). De nuevo, el motor del vehículo es un buen ejemplo para dicha situación, La porción de compensación de temperatura del sistema de control en dichos casos modificaría además la posición de los bloques (75), (76) y (77) tal y como se determina básicamente mediante el control de velocidad, a fin de proporcionar un par de torsión máximo para una temperatura determinada del gas caliente.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- Se ha determinado que las posiciones apropiadas de los bloques (75), (76) y (77) de la Fig. 3 y de manera semejante las posiciones apropiadas de los bloques (78), (79) y (80) de la Fig. 4, tienen una relación aproximadamente lineal entre sí como una función de la velocidad del motor; consecuentemente, las



manivelas (82), (83) y (84) de la Fig. 3 o las manivelas semejantes (85), (86) y (87) de la Fig. 4 que mueven los bloques, en muchos casos pueden interconectarse mecánicamente una con la otra a fin de que la acción de un solo elemento de control, tal como el

5. cilindro hidráulico o neumático (no ilustrado) o de un motor eléctrico (no visible) pueda hacer accionar todos los bloques al recibir un mando desde el control de velocidad compensado en temperatura.

10. Hay aplicaciones, desde luego, en donde puede ser factible permitir el ajuste manual de los bloques de control ya sea de cierta manera coordinada o cada uno de ellos separadamente a fin de llevar al óptimo el funcionamiento del motor a una velocidad específica, eliminando de esta manera los controles automáticos.

15. Las posiciones de los bloques (75), (76) y (77) de la Fig. 3 se gradúan de manera tal que para una velocidad de rotor específica y una temperatura de gas caliente específica, la intercara de caliente/gas frío (48) llegue a la salida de la boquilla (38) de la cámara del rotor en o al momento en que la boquilla (38) queda opuesta al borde trasero del portillo de gas frío (32).
20. Esta posición de los bloques movibles impide la salida del gas caliente a través del portillo (32) hacia la cámara (33) y dentro del conducto (55). A ciertas combinaciones de velocidad de rotor y de temperatura de gas caliente no todo el gas frío de alta presión en el rotor fluye desde el rotor hacia la cámara de gas frío de alta presión (33), sino que es llevado mediante el rotor hacia la porción de expansión del motor. Se suscita la situación cuando el abanico de expansión (63-64) inician mediante el cierre del portillo (31) por el borde (88) del bloque de control (76), cruza la intercara (48) antes de que el último llegue al portillo de gas frío (32).
- 30.

408033

- 44 -



- En la modalidad mostrada en la Fig. 3, el borde (89) del bloque de control (75) sirve como borde de referencia, por lo tanto, el borde (90) del bloque (77) forma el borde delantero del portillo de gas frío (32) y debe colocarse a fin de con-
5. tener el gas frío anteriormente comprimido mediante la onda de choque (44) hasta que la onda de choque (50) haya llegado por lo menos al extremo aguas arriba de la boquilla (38) de la cámara del rotor. Inmediatamente después, la salida de la boquilla debe exponerse al portillo de gas frío de alta presión (32), de-
10. bido a que la onda de choque reflejada (51) ahora ha comprimido el gas frío hasta la presión máxima en el ciclo compatible con la eficiencia más elevada total del motor. El gas frío comprimido se expande ahora a través de la boquilla de la cámara del rotor, pasa a través del portillo (32) y entra en la cámara de gas
15. frío (33) y al conducto (55), a través del cual fluye, llegando finalmente a la cámara de calentamiento (22).
- Es ahora evidente que la función de estos bloques de control ilustrativos es ajustar los bordes delantero y trasero de los portillos (31) y (32) de manera que la sincronización de la
20. onda de choque (50), la onda de choque reflejada (51) y la intercara de gas caliente/gas Frío (48) permanezca prácticamente igual, tal y como se muestra en la Fig. 2, para todas las combinaciones de velocidades de rotor y de temperatura de gas caliente, a fin de que el motor funcione a su eficiencia mayor posible, a todas
25. las velocidades y graduaciones de energía. La colocación apropiada de los bloques de control asegura una mezcla mínima de los gases caliente y frío, ya sea dentro de las cámaras del rotor o en la cámara de gas comprimido frío (33). De esta manera, la colocación de los bloques hace posible un funcionamiento muy eficiente
30. del motor a través de una escala de velocidades muy extensa, den-



tro de la cual puede mantenerse un control de la onda de choque (50), la onda de choque reflejada (51) y también la intercara de gas caliente /gas frío (48).

- Para lograr la eficiencia máxima, independientemente de lo complicado del funcionamiento mecánico, pueden colocarse
5. bloques móviles semejantes en los bordes delantero y trasero de todos los portillos de entrada y de salida. Por ejemplo, dicho bloque móvil (no ilustrado) en el borde trasero del portillo de escape (19) o en el borde trasero del portillo de entrada
  10. (12) (con aberturas (14)) o en los bordes traseros de ambos, puede usarse para ajustar la posición relativa de la onda de choque (44) a fin de evitar el contraflujo hacia la cámara de toma o admisión. Un bloque móvil semejante en el borde delantero del portillo de entrada (12) (aberturas (14)) proporcionará asimismo
  15. flexibilidad en el control del barrido, permitiendo que la intercara de gas frío/gas caliente (42) se inicie después o antes del ciclo del motor, evitando de esta manera un barrido excesivo (flujo excesivo del gas frío hacia la descarga) o un barrido inferior al normal (falla de expulsar todo el gas de escape a través del portillo de escape o descarga (19)).
  - 20.

- De manera semejante, en aquellas modalidades en donde las dimensiones del estator proporcionan espacio suficiente para su introducción, dichos bloques móviles en los bordes delantero y trasero de los portillos de expansión de gas caliente (34E),
25. (35E), (36E) y (37E); los portillos de reentrada (34R), (35R), (36R) y (37R); y en los bordes delantero y trasero del portillo de escape (19), permitirán un control selectivo del flujo de gas caliente durante las etapas de expansión a fin de llevar al óptimo el procedimiento de expansión a través de una escala extensa
  30. de velocidades de rotor y temperaturas de gas. Los bloques en los

408033

- 46 -



- portillos de reentrada, los portillos de expansión y el portillo (19) no se han mostrado, sin embargo, la fabricación y su papel es tan semejante a aquellos bloques mostrados en los portillos (12), (31) y (32) que se cree necesario dar una explicación
5. adicional y los dibujos se simplificarán de manera útil, sin siquiera mostrarse dichos bloques. En la Fig. 3 y en la Fig. 4, se muestran dos posiciones extremas de los bloques de control y aquella en líneas gruesa indica la graduación para la velocidad del rotor más elevada y aquella en líneas de trazos indica la graduación para la velocidad menor y las condiciones de marcha en vacío. En estas dos modalidades que utilizan el movimiento circunferencial de los bloques, la posición de cada bloque es continuamente variable entre estas posiciones extremas. En la Fig. 3 y en la Fig. 4 las posiciones definidas sólo son aproximadas pero indican la escala de movimiento necesaria con respecto al tamaño del portillo de gas caliente (31) y el portillo de gas frío (32). Durante el arranque, los bloques (75), (76) y (77) de la Fig. 3 (o los bloques (78), (79) y (80) de la Fig. 4) estarán en la posición de baja velocidad, tal y como se define mediante las líneas de trazos.
- 10.
- 15.
- 20.

- El borde (89) del bloque (75) en la modalidad preferida mostrada en la Fig. 3 puede tomarse como el borde de referencia para iniciar la onda de choque (50) y la intercara (48) y correspondientemente el borde delantero fija del portillo (31) en la modalidad alternativa de la Fig. 4, sirve para el mismo objeto. Debe ser evidente que en el procedimiento de compresión es la posición relativa de los bloques del portillo la que es importante, de manera que la elección de cual de los cuatro bordes, en caso de haberlos, de los portillos (31) y (32) debe fijarse para cualquier motor específico, depende grandemente de
- 25.
- 30.



los aspectos del diseño mecánico del motor.

La configuración del bloque de control, tal y como se muestra en la Fig. 3, en los tres bloques, aún cuando uno de estos, el bloque (76) en el borde trasero del portillo (31) se mueve muy poco en comparación con el movimiento de los bloques restantes (75) y (77). Consecuentemente, sería posible eliminar desde luego el bloque (76) en un motor de diseño más sencillo pero con cierto sacrificio de su funcionamiento. En este caso, el borde trasero del portillo (31) podría tomarse como el borde de referencia para la colocación de los otros bloques de control.

No debe interpretarse que es necesario un borde de portillo de referencia fijo para el funcionamiento del motor. Es concebible que pueden emplearse cuatro bloques de control a fin de colocar ambos bordes delantero y trasero de los portillos (31) y (32). En dicha situación, hay una posición de referencia para cada uno de los bloques a cierta velocidad determinada y temperatura del gas caliente, que sirve como punto de partida para todos los movimientos subsecuentes que son requeridos por el sistema de control mientras que está funcionando el motor.

Toda la explicación anterior del motor se ha relacionado con el funcionamiento a cierta velocidad específica y la graduación de energía específica dentro de límites suficientes. En todos los casos se ha supuesto que se han logrado condiciones de equilibrio en la cámara de gas frío de baja presión (11), la cámara de calentamiento (22) y la cámara de gas frío de alta presión (33), así como en la cámara de descarga o escape (20). Una vez que se logra el equilibrio con respecto a la presión y a la temperatura de los gases en estas cámaras y de que los bloques de control se han colocado apropiadamente, el motor funciona tal y como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, hay

408033 -



estados de transición durante los períodos de cambios de velocidad o de cambios de energía (o ambos, simultáneamente) en donde la presión y la temperatura de los gases en las cámaras no está en estado constante o de equilibrio.

5. Si se supone que el motor está funcionando a cierta velocidad de equilibrio y salida de energía y se añade repentinamente calor (v.gr., el flujo de combustible se aumenta) se suscitan varias condiciones momentáneamente desequilibradas: 1) la temperatura del gas en la cámara de calentamiento (22) aumenta y las ondas de compresión se propagan aguas arriba y aguas abajo. Como resultado, se aumenta el nivel de la presión en el circuito de flujo de recirculación incluyendo la cámara de calentamiento (22), el portillo (31), el portillo de gas comprimido frío (32) y la cámara (33) y dentro de las cámaras del rotor expuestas; 2) este aumento en la presión refuerza la onda de choque (50) y la onda de choque reflejada (51) que comprime el gas frío en las cámaras del rotor hasta una mayor presión y ocasiona que la intercara de gas caliente/gas frío (48) se mueva más rápidamente; 3) aumenta la presión de los gases calientes (49) y (54) y de los gases fríos (52) y (53) en las cámaras de rotor expuestas (18) del rotor (17), aumenta el par de torsión debido a la salida a alta velocidad de los gases a través de las boquillas (38), y tiende a aumentar la velocidad del motor hasta que se llega a una nueva condición de equilibrio con respecto al abastecimiento de calor y a la carga del motor.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

Las condiciones en la cámara de calentamiento, la cámara de gas frío y las cámaras del rotor expuestas se pueden describir de manera análoga, para una situación en donde el motor está funcionando a cierta velocidad fija y salida de energía fija y hay una disminución repentina en la entrada de calor (v.gr.

30.



una reducción del flujo del combustible) hacia la cámara de calentamiento (22). Las condiciones momentáneamente inestables que ocurren debido a la entrada de calor reducida conducen a las siguientes situaciones: 1) las ondas de expansión en la cámara de calentamiento se propagan aguas arriba y aguas abajo, disminuyendo de esta manera la presión del circuito de flujo de recirculación incluyendo la cámara de calentamiento (22), el portillo de gas caliente (31), el portillo de gas frío (32) y la cámara de gas frío (33), el conducto (55) y las cámaras de rotores expuestas (18); 2) esta disminución en la presión se traduce en una disminución de la resistencia en la onda de choque (50) y en la onda de choque reflejada (51), una reducción de la presión en ambos gases calientes (49) y (54), y en los gases fríos (52) y (53) en las cámaras del rotor, con una reducción consecuente de la velocidad de la intercara (48); 3) la presión y la temperatura reducida de los gases calientes da por resultado velocidades de salida de gas inferiores y un par de torsión menor. Por lo tanto, la velocidad del rotor disminuye hasta que se llega a un nuevo equilibrio con respecto al abastecimiento de calor y a la carga del motor.

Ahora debe quedar comprendido que el presente motor funcionará tal y como se describe en relación a la Fig. 2, ya sea que los bloques movibles estén o no graduados apropiadamente, pero si no se han graduado adecuadamente, el motor simplemente no funcionará a su eficiencia máxima. Por ejemplo, si el motor se desacelera debido a que la carga y el régimen de entrada de combustible no se aumenta, hay posibilidad de que cierta cantidad del gas comprimido caliente (54) se descargue a través del portillo (32) hacia la cámara (33), lo cual sería un funcionamiento ineficiente. De manera algo semejante, si el rotor se acelerara



- debido a la reducción de una carga y la entrada de combustible permaneciera constante y los bloques no se reajustaran, hay posibilidad de que cierta cantidad de los gases comprimidos fríos se descargara hacia el portillo de expansión (34E), lo cual sería
5. ineficiente. Sea como fuere, bajo cualquier juego de circunstancias (u otras combinaciones de temperatura y de régimen de combustible) el motor funcionará bien basándose en los principios de compresión y de reacción que se han descrito anteriormente. Debe también quedar comprendido que los valores específicos de
10. los parámetros del motor no se dan a conocer debido a que hay tantos juegos de valores como hay aplicaciones o usos del presente motor y las dimensiones específicas variarían consecuentemente. Un juego de valores se da a conocer en la presente, a modo de ejemplo.
15. Para un motor de turbina relativamente pequeño que funciona en la escala de 66.14 metros por segundo a 320 metros por segundo, con un punto característico de 264 metros por segundo, la velocidad viene medida a lo largo de la línea de paso o de inclinación de las paletas del rotor (27), pueden emplearse
20. las siguientes dimensiones, tomando en cuenta la Fig. 6:
- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| Diámetro del rotor a través de la altura medida de las paletas | 35.56 cm                    |
| Alturas de la paleta y alturas del portillo                    | 2.54 cm                     |
| Area de la sección transversal de la cámara del rotor          | 1.93 cm <sup>2</sup>        |
| Area de sección transversal de la boquilla                     | 0.97 cm <sup>2</sup>        |
| Portillo (12) (longitud de la línea de paso)                   | 10.97 cm                    |
| Portillo (31) " " " "  | 4.57 cm                     |
|  | (abertura minima de 1.40cm) |
| 30. Pared (60) " " " "   | 5.69 cm                     |



	Portillo (34R) (longitud de la línea de paso)	1.68 cm
	Pared (68) " " " "	3.53 cm
	Portillo (35R) " " " "	3.96 cm
	Pared (71) " " " "	5.05 cm
5.	Portillo (37R) " " " "	7.01 cm
	Pared (92) " " " "	2.79 cm
	Portillo (32) " " " "	3.35 cm (abertura mínima 1.02 cm)
	Pared (93) " " " "	0.63 cm
10.	Portillo (34E) " " " "	1.68 cm
	Pared (94) " " " "	0.48 cm
	Portillo (35E) " " " "	3.96 cm
	Pared (95) " " " "	0.48 cm
	Portillo (37E) " " " "	7.01 cm
15.	Pared (96) " " " "	0.48 cm
	Portillo (19) " " " "	19.20 cm
	Angulo de entrada de las paletas (cámara del rotor) que se mide desde el plano de rotación	40grados
	Angulo de salida de las paletas (boquillas con- vergentes) que se mide desde el plano de rotación	20grados
20.	<u>Arranque del motor de onda de choque.</u>	

Una de las razones más importantes para añadir bloques  
 movibles opcionales en los bordes delantero y trasero de los por-  
 tillos de entrada (12), (31), (34R), (35R), (36R) y (37R), así co-  
 25. mo los bordes delanteros y traseros de los portillos de salida  
 (19), (32), (34E), (35E), (36E) y (37E) es facilitar el arranque  
 del motor actualmente descrito a velocidad muy baja, considerable-  
 mente menor que la velocidad del punto característico. Por ejemplo,  
 para hacer arrancar un motor de ondas de choque, los bloques movi-  
 30. bles ilustrativos (75), (76) y (77) (Fig. 3) y (78), (79) y (80)



(Fig. 4) deben graduarse o ajustarse en las posiciones apropiadas para un funcionamiento de baja velocidad, tal y como se ha descrito en lo que antecede, y tal y como se representa gráficamente mediante las líneas de trazos. El dispositivo de arranque integral para este tipo de sistema, utiliza la energía de un

5. tanque de almacenamiento (59) (véase la Fig. 4) el cual contiene el gas frío a alta presión que se ha extraído anteriormente del conducto de gas frío (55), a través de la válvula de retención (57) y la tubería (58), con posiblemente cierta compresión

10. adicional mediante un compresor auxiliar (97). Para un sistema de ciclo abierto, con una cámara de calentamiento del tipo de combustión u otros sistemas de ciclo abierto con una fuente de energía sin combustión, el tanque de almacenamiento normalmente contendría aire comprimido. Para sistemas de ciclo cerrado con

15. fuentes de calor sin combustión, el tanque de almacenamiento contendría un abastecimiento de gas de circulación normal, el cual se usa en el funcionamiento del motor. En la presente modalidad, el gas frío comprimido en el tanque de almacenamiento (59) se libera por medio de la válvula de arranque (98) para

20. fluir a través del conducto (99) hacia el regulador de presión (100), el cual libera el gas frío a una presión constante durante un intervalo de tiempo muy corto que es suficiente para hacer arrancar el motor. Puede usarse un orificio para la regulación de la presión, puesto que en la mayor parte del ciclo de

25. arranque, la regulación de la presión a través del orificio restringe o regula el flujo de manera tal como para lograr una regulación de presión adecuada. El flujo regulado en presión del gas frío desde el tanque (59) continúa a través del conducto (55) hasta la región del dispositivo de encendido (25) y el dispositivo de entrada de combustible (24). El flujo del gas de

30.



- arranque se fuerza en la dirección normal, mediante la válvula de retención (101), la cual se hace accionar hacia la posición de bloqueo que se muestra por medio de las líneas de trazos en la Fig. 4, por acción de un aparato o dispositivo de control (26).
5. Aún cuando no se ha mostrado, se supondrá que hay un abastecimiento de combustible que se proporciona de acuerdo con el aparato de control (26) el cual se inyecta bajo presión a través del inyector de combustible (24). La llama de encendido (102) se propaga hacia la cámara de calentamiento en la proximidad del inyector de combustible en funcionamiento (24). El combustible se inyecta forzadamente bajo presión suficiente para ocasionar la formación de una rociadura de gotitas pequeñas. Cuando la llama de encendido (102) se ha dispersado hacia el combustible inyectado desde el inyector de combustible (24), mezclándose con el aire comprimido desde el tanque de almacenamiento (59), se creará mediante la combustión continua, una cantidad considerable de gas a alta temperatura y a alta presión en la cámara de calentamiento (22). En el caso de una fuente de calor sin combustible, no se requiere el encendido y el gas comprimido fluye directamente hacia la fuente de calor de la cámara de calentamiento (22), creando de esta manera una cantidad considerable de gas a alta temperatura y a alta presión. El gas a alta temperatura y a alta presión desde la cámara de calentamiento (22) fluye a través del portillo de gas caliente (31) en donde choca contra las paletas del rotor (27) para iniciar la rotación del rotor (17). La rotación del rotor (17) y la acción correspondiente del soplador (15) ocasiona que el gas frío (47) sea llevado a través de la cámara de entrada (11), a través del portillo de gas frío (12) y luego dentro de las cámaras del rotor (18) barriendo hacia afuera, de esta manera, cualquier gas de escape residual de las operaciones anteriores. La rotación del
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

408033

- 54 -



rotor (17) ocasiona el cierre de las salidas de la boquilla (38) (ó 40) colocando el gas frío de entrada en posición de descanso, iniciando de esta manera la onda de choque (44) (inicialmente débil pero haciéndose más fuerte durante el procedimiento de su formación) descrita anteriormente en relación con la explicación de la Fig. 2. La rotación continua del rotor expone el gas frío en las cámaras del rotor a los gases de alta temperatura (49) desde la cámara de calentamiento, creando de esta manera la intercara de gas caliente/gas frío (48) (véase la Fig. 2). La onda de choque (50) se inicia también Tal y como se ha descrito anteriormente y esta comprime adicionalmente el gas frío (52). La velocidad del rotor aumenta debido al efecto del flujo del gas caliente (49) que choca sobre las paletas del rotor (27) y la reacción a la salida del gas a través de las boquillas (38) y a través del portillo de gas comprimido frío (32) hacia la cámara (33). Simultáneamente, la onda de choque reflejada (51) se genera, aumentando además la presión del gas frío comprimido por choque (53) que alcanza rápidamente una presión más elevada que aquella de los gases en la cámara de calentamiento (22). Estos gases fríos comprimidos salen a través del portillo (32), se mueven a través de la cámara (33) y el conducto (55) (véase la Fig. 4) y chocan contra la válvula de retención (101). Cuando la presión del gas frío comprimido es lo bastante elevada, la válvula (101) del tipo oscilatorio se mueve desde su posición de partida cerrada (que es mostrada en líneas de trazos) hacia su posición de funcionamiento abierta (que se muestra mediante líneas continuas), que permite el flujo libre del gas comprimido frío (53) desde el portillo de salida de gas frío comprimido (32), a través de la cámara (33) y a través del conducto (55) de nuevo dentro de la cámara de calentamiento (22). El uso de la válvula de



- retención (101) del tipo oscilatorio es únicamente ilustrativo, ya que hay muchas otras maneras para controlar el contraflujo que son ya conocidas para aquellas personas expertas en el ramo. Cuando se abre la válvula de retención del tipo oscilatorio para
5. permitir el flujo normal del gas frío comprimido por choque (53) hacia la cámara de calentamiento (22), la secuencia de partida se ha completado y el rotor (17) continuará aumentando su velocidad, aún cuando debido a la baja velocidad del motor el mismo puede no estar funcionando durante este momento a eficiencia con
10. siderable. A medida que el rotor aumenta su velocidad, los bloques movibles ilustrativos (75), (76) y (77) (Fig. 3) o los bloques movibles (78), (79) y (80) (Fig. 4) se vuelven a colocar, abriendo de esta manera los portillos (31) y (32) mucho más. Si se trata de aumentar la velocidad del motor hasta el punto característico o la velocidad óptima, entonces estos bloques movibles
15. se moverán hacia las posiciones mostradas mediante la línea continua en la Fig. 4. Por lo tanto, el motor se hace arrancar con el aire comprimido (u otro gas) que se ha almacenado anteriormente en el tanque (59) y luego se calienta para el arranque haciéndose
20. pasar a través de la cámara de calentamiento (22). Evidentemente, durante el procedimiento de arranque, la eficiencia del motor es baja, pero luego mejora, llegando a la eficiencia máxima para las graduaciones apropiadas de los bloques movibles en las aberturas de los portillos.
25. Ocurre una segunda secuencia de fases para reabastecer el suministro de gas frío comprimido en el tanque (59). Para la consolidación, el tanque de almacenamiento normalmente contendrá gas a una presión superior a la presión de funcionamiento máxima del motor de ondas de choque reflejadas. Sin embargo, durante el
30. arranque, la presión del gas comprimido almacenado en el tanque

408033 56 -



(59) puede disminuir a menos de la presión del gas frío comprimido de funcionamiento (53). La válvula de retención (57) impide el flujo del gas almacenado en el tanque (59) hacia el conducto (55). Sin embargo, cuando la presión en el conducto (55) excede de aquella del tanque de almacenamiento, la válvula de retención (57) se abrirá para permitir un flujo limitado del gas frío comprimido (53) hacia el tanque de almacenamiento (59), a fin de reabastecer el suministro del gas comprimido que se ha utilizado en la operación de arranque. Cuando las presiones de los gases en el conducto (55) y en el tanque de almacenamiento (59) son iguales, se cerrará la válvula de retención (57). Si se desea almacenar gas adicional a una presión más elevada que aquella en la cámara del gas frío (33), para una operación de arranque futura, puede usarse un compresor auxiliar (97). El compresor auxiliar (97) se proporciona también para usarse cuando es necesario recargar el tanque de almacenamiento (59) en el momento cuando no está funcionando el presente motor.

Debe observarse en la Fig. 4 que hay aspas (13) que son capaces de girar opcionalmente. Estas aspas de prerrotación en el portillo de entrada (12) proporcionan la flexibilidad del ángulo de entrada del gas frío (47) de la cámara (11) que se requiere para el funcionamiento más eficiente a todas las velocidades, incluyendo la marcha en vacío y el arranque. Si las aspas se colocan apropiadamente, el aire frío que entra en las cámaras del rotor lo hace a un ángulo que es compatible con la velocidad del rotor y la velocidad relativa de los gases de escape en la cámara del rotor. Si las aspas se colocan como se ha mostrado en la Fig. 4, los gases de entrada tienen un componente en la dirección en que se mueve el rotor, indicando que la velocidad relativa del gas en la cámara del rotor es algo menor que la velocidad del rotor. La



cantidad de prerrotación de los gases que entran desde la cámara (11) es idealmente de manera tal como para producir una velocidad relativa en las cámaras del rotor que justamente iguale a aquella de los gases calientes en el rotor, en cuyo caso no se iniciarán ondas de choque ni abanicos de expansión en la intercara de gas (42).

Aún cuando no se ha ilustrado, el motor puede también hacerse arrancar mediante accionamiento con manivela directa (o rotación) del rotor mediante cierto dispositivo mecánico, tal como un motor eléctrico, siempre y cuando la disposición de las paletas del rotor sea de manera tal como para producir la circulación del gas a través del circuito que consiste de la cámara de gas caliente (22), el rotor (17), la cámara de aire frío (33) y el conducto (55). Esta circulación debe ser, desde luego, en la misma dirección que la del flujo de funcionamiento normal. Dicha circulación del gas puede obtenerse solamente si el gas, al salir del rotor a través de las boquillas (38), tiene una componente de velocidad tangencial mayor en la dirección de rotación del que tenía cuando entró en el rotor desde la cámara de gas caliente (22). A no ser que se establezca esta condición, el rotor no puede efectuar un trabajo positivo en el gas de circulación y, por lo tanto no aumenta la presión en la cámara del gas frío (32), a un mayor valor que aquella en la cámara del gas caliente (22).

El rotor de tipo helicoidal con flujo axial, tal como el que se ha ilustrado mediante la Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 y Fig. 4, no puede producir las condiciones necesarias para provocar la circulación en el circuito de gas anteriormente mencionado; de manera que no es posible hacer arrancar un motor de este tipo de rotor mediante accionamiento con manivela directa, mientras que



- un motor que tiene un rotor del tipo en espiral o helicoidal con un flujo radial o con un componente de flujo radial significativo en el rotor puede hacer arrancar de esta manera, siempre y cuando la velocidad tangencial del gas en la salida del rotor sea mayor que la de la entrada. Por lo tanto, el rotor helicoidal de la Fig. 8 y el rotor en espiral de la Fig. 9, usando un flujo radial hacia afuera, podrían utilizarse como los componentes en un motor que va a hacerse arrancar mediante accionamiento con manivela mecánica.
- 5.
10. Será evidente que cualquier persona experta en el ramo de diseñar turbomáquinas comprenderá que hay restricciones geométricas en la relación del área en sección transversal del pasaje (38) de la boquilla del rotor (o garganta(39)) hacia la entrada de la cámara del rotor, a fin de rendir una reacción de rotor apropiada para una circulación estable. Este asunto se trata de talladamente en la literatura técnica que se refiere al diseño de turbomáquinas.
- 15.
20. En un procedimiento de arranque accionado por manivela mecánicamente, una vez que se ha estabilizado la circulación del gas, el gas puede calentarse en la cámara (22), mediante inyección o combustión del combustible o de cualquier otra manera en el caso de un motor, con un rotor en espiral o helicoidal apropiado, pero que tenga otras particularidades semejantes a aquellas ilustradas en la Fig. 4. En este punto, los gases calientes proporcionarán la energía adicional necesaria para acelerar el rotor a la velocidad de funcionamiento estable y el accionamiento por manivela mecánico puede ser discontinuado, debido a que el rotor del motor producirá ahora un par de torsión suficiente (o energía) para sustentar el funcionamiento.
- 25.
30. En ambas de las modalidades ilustrativas descritas en



lo que antecede (Figs. 3 y 4) las posiciones intermedias de los bloques movibles y de las aspas puede usarse para lograr una eficiencia máxima a velocidades intermedias. Para el ajuste automático de los bloques movibles y las aspas de prerrotación, se pueden proporcionar elementos hidráulicos, neumáticos, eléctricos u otros elementos que pueden colocar los bloques movibles ya sea directamente o a través de un varillaje mecánico que se ha ilustrado por medio de la manivela, un árbol o dispositivos de leva (82), (83) y (84) en la Fig. 3, ú (85), (86) y (87) en las Figs. 1 y 4. Los varillajes en los controles automáticos de estos bloques no se muestran debido a que pueden usarse cualesquier número de soluciones conocidas para aquellas personas expertas en el ramo a fin de mover automáticamente la manivela, el árbol y los dispositivos de leva; por lo tanto, los elementos de movimiento automático para los mismos, no se consideran como formando parte de esta invención. Sin embargo, los bloques movibles mismos y los resultados logrados mediante los mismos, se consideran como formando parte de la invención.

Puede ser deseable evitar un barrido excesivo que puede ocurrir a velocidades bajas con el trabajo desperdiciado consecuente del gas de admisión frío excedente de bombeo hacia las cámaras del rotor a través de las boquillas de la cámara del rotor (38) y hacia afuera a través del portillo de descarga (19). Si el soplador de gas frío (15) se impulsa mecánicamente por medio del rotor (17) o por cualquier otro elemento a una velocidad proporcional a aquella del rotor, la velocidad del gas de admisión frío (47) a través de la cámara de admisión (11), a través de las cámaras del rotor (18) y a través de las boquillas (38) (ó 41) de la cámara del rotor será aproximadamente proporcional a la velocidad del rotor. La velocidad del gas caliente residual que se está ex-

408033

- 60 -



- pulsando hacia la cámara de escape (20) mediante el gas frío que avanza desde la cámara de admisión (11), será también aproximadamente proporcional a la velocidad del rotor. Por lo tanto, en esta modalidad sencilla con la velocidad del soplador proporcional a la velocidad del rotor, los bordes delantero y trasero del portillo de escape (19) pueden fijarse (es decir, no ser ajustables), sin pérdida significativa de eficiencia de funcionamiento a las distintas velocidades. Sin embargo, en el caso de aquellos tipos de modalidades supercargadas en donde la velocidad del soplador no siempre es proporcional a la velocidad del rotor, será necesario en las versiones preferidas proporcionar un borde trasero ajustable en el portillo de escape (19) por medio de un bloque movable, semejante a aquellos descritos anteriormente. Para cualquier velocidad determinada del motor (rotor) este bloque movable se hará avanzar para graduaciones de velocidad de soplador elevadas y se retardaría para graduaciones de velocidad de soplador bajas.

- Ténganse ahora en cuenta las Figs. 7(A-C), 8(A-C), y 9(A-C), que muestran un número de configuraciones para las formas geométricas de las paletas del rotor y las formas geométricas de las cámaras del rotor que se forman entre estas paletas. En las Figs. 7(A-C), las paletas se muestran de forma en hélice para permitir el flujo axial del gas de trabajo. Las configuraciones de paleta de las Figs. 1 a 6, son de esta clase. En las Figs. 8(A-C), las paletas y por lo tanto las cámaras del rotor, se muestran de forma helicoidal para permitir un flujo con ambos componentes axiales y radiales. El componente radial puede ser hacia adentro o hacia afuera, dependiendo de la elección del diseño y la dirección de flujo resultante. Las Figs. 9(A-C), muestran las paletas y por lo tanto, las cámaras del rotor, de forma en es-



- piral para permitir el flujo radial directamente hacia el eje de rotación o directamente alejándose del eje de rotación, dependiendo de la elección de diseño y la dirección de flujo resultante. Estas son modalidades de rotor alternativas de ilustración que se seleccionan para demostrar la aplicabilidad de los principios descritos ahora a las diferentes formas geométricas.
5. Finalmente, téngase en cuenta las Figs. 11A a 11F, las Figs. 11A, 11C y 11E, muestran portillos de entrada para disposiciones de motor de varios tipos y las Figs. 11B, 11D y 11F, son las disposiciones de portillo de salida duplicadas para las disposiciones de portillo de entrada que se han mostrado respectivamente en las Figs. 11A, 11C y 11E. Los portillos de entrada y salida que se han mostrado en las Figs. 11A y 11B, son para un motor de un solo sector, tal y como se ha descrito anteriormente, usando tres etapas de reentrada. Las particularidades numeradas mostradas en las Figs. 11A y 11B, son iguales que aquellas que se han mostrado por ejemplo en las Figs. 1 a 6. Las disposiciones de portillo mostradas en las Figs. 11C y 11D, son para un motor que tiene tres sectores por revolución y que usa tres canales de reentrada por sector. Se usan los mismos números de identificación y será evidente cual es la disposición de portillo después de estudiar las identificaciones numeradas. Se observará que en las Figs. 11C y 11D la disposición de los tres sectores de funcionamiento es simétrica, de manera que hay una distribución uniforme de las operaciones alrededor del eje de rotación. Sin embargo, las disposiciones mostradas en las Figs. 11A y 11B (un solo sector) y las Figs. 11E y 11F, son para dispositivos asimétricos. La simetría de la disposición de sector alrededor del eje de rotación es factible para cualquier modalidad que tenga dos o más sectores. Sin embargo, la elección deliberada de una
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

408033

62 -



- disposición asimétrica de sectores (uno o más) de un motor puede usarse para contrarrestar completamente o en parte las fuerzas asimétricas en el árbol del motor que resultan de conexiones impulsoras mecánicas externas tales como engranajes, cadenas, discos o correas. Los números de identificación para las particularidades correspondientes en las Figs. 11E y 11F, son iguales que para las figuras anteriores y la disposición de las mismas debe ser evidente.

Particularidades de funcionamiento específicas.

10. El funcionamiento del rotor de este motor de ondas turbocompresor integral, que se ha descrito en lo que antecede difiere notablemente del de una turbina convencional ya que cada cámara del rotor (18) de este motor efectúa una sucesión de funciones complicadas algunas de las cuales (excepto la combustión) son más o menos análogas a aquellas de un motor de combustión interna del tipo de pistón. En contraste, las cavidades entre las paletas de una turbina convencional, efectúan un control sencillo de estado constante del flujo y de la expansión del gas de trabajo. El presente motor difiere notablemente de los motores de combustión interna del tipo de pistón ya que no tiene piezas de movimiento recíproco, ni válvulas, ni dispositivos de encendido intermitente ni de inyección de combustible. En vez de esto, las funciones de los duplicados de estos dispositivos complicados se logran como consecuencia de la exposición sincronizada semejante a un obturador de las cámaras del rotor (18) hacia los portillos de entrada (12), (31), (34R), (35R), (36R), (37R) y hacia los portillos de salida (19), (32) (34E), (35E), (36E) y (37E). Estas funciones se logran como consecuencia del movimiento giratorio del rotor (17) con la generación de ondas de choque (44), (50) y la onda de choque reflejada (51), las ondas de ex-



- pansión, las ondas de expansión reflejadas, entradas y salidas en una secuencia apropiada, a fin de mantener un flujo de gas frío comprimido, hacia la cámara de calentamiento (o de combustión) y para generar el par de torsión del árbol, mediante una
5. expansión eficiente del gas caliente desde la cámara de calentamiento (o de combustión). Este motor de onda turbocompresor integral, aparece a simple vista semejante a turbinas de gas convencionales, ya que las cámaras del rotor, a pesar de sus funciones internas complicadas múltiples, proporcionan conjuntamente un flujo constante y una expansión eficiente de los gases calientes. Este motor difiere notablemente de las turbinas de gas convencionales, ya que el rotor utiliza fases de compresión y de expansión alternativas para llevar a cabo ambas funciones, la compresión y la expansión, dentro de las mismas cámaras del
10. rotor. Como resultado de estas fases alternas, este motor de ondas turbocompresor integral, especialmente en las modalidades con los bloques movibles, tal y como se ha ilustrado en las Figs. 3 y 4, y las aspas de prerrotación movibles, puede funcionar con eficiencia satisfactoria a través de una amplia escala de velocidades. Cuando se usan como fuente de calor combustibles que se queman, puede mantener una combustión estable (sin corrientes súbitas) a velocidades bajas y con un consumo bajo de combustible y puede generar energía considerable (de árbol, empuje o compresión) hasta velocidades relativamente bajas de marcha en vacío.
15. 20. 25.

Las ventajas principales del presente motor se derivan del uso alternativo de las cámaras de rotor tanto para la compresión del gas frío como para la expansión o purga del gas caliente: La compresión por choque, usando ondas de choque directas (44), (50) y la onda de choque reflejada (51) desde la constric-

30.



- ción de la boquilla del rotor, permiten lograr relaciones de compresión elevadas, altas eficiencias termodinámicas sin el tamaño, peso, costo ni complicaciones de los compresores de etapas múltiples axial, centrífugo o de cualquier otro compresor convencional.
5. Además, el uso de las cámaras del rotor para la compresión de la onda de choque del gas (gases) de admisión frío, proporciona el enfriamiento automático de las cámaras del rotor como parte del ciclo de funcionamiento básico, sin el uso de conductos de enfriamiento especiales, conductos de ventilación, ni cavidades y sin
10. procedimientos parásitos de flujo de enfriamiento en el rotor ni en las aspas del rotor. La temperatura media más baja experimentada por el rotor y sus paletas, como resultado de la exposición alterna a los gases fríos, así como a los gases calientes, permite 1º) el uso de una temperatura máxima elevada para el gas caliente,
15. a fin de lograr mayor eficiencia termodinámica; 2º) el uso de materiales de costo más bajo en relación con temperaturas máximas convencionales del gas caliente; o 3º) un ajuste económicamente eficiente o una combinación de temperatura de gas caliente máxima más elevada y materiales de menor costo.
20. Una ventaja de importancia especial es la resistencia de este motor de ondas de choque a perder velocidad bajo los cambios rápidos de carga y de velocidad. La tendencia a perder velocidad durante una aceleración rápida que existe en todos los tipos anteriores de turbinas de gas, se suprime eficazmente en este motor,
25. debido al hecho de que el flujo del gas frío (47) del soplador (15) se aísla eficazmente del flujo del gas frío comprimido por choque (53) y el gas de alta temperatura (49) en el circuito de alta presión. Además, la presión de estancamiento elevada disponible en el gas frío de alta presión (53), combinada con la manera en la
30. cual se propagan las ondas de choque y de expansión (tanto aguas



- arriba como aguas abajo), cuando el calor se aumenta o se disminuye rápidamente en la cámara de calentamiento (22), asegura un flujo estable en el circuito de alta presión independientemente de las variaciones rápidas en las condiciones de carga y de velocidad.
5. Lo que antecede es el caso debido a que las ondas de presión desarrolladas en la cámara de calentamiento (22), como resultado de los aumentos repentinos en la entrada de calor, llegarán al portillo de gas caliente de alta presión (31), antes de que las ondas de presión que se propagan aguas arriba hacia el gas frío,
10. lleguen al portillo de gas comprimido frío (32), asegurando de esta manera gradientes de presión transitorios apropiados a través del rotor.

- Una ventaja de aplicación especial del presente motor de onda de choque, se deriva del hecho de que la energía puede
15. suprimirse fácilmente en una variedad de maneras, dependiendo de la necesidad. Gran cantidad de la exposición que antecede, se ha enfocado hacia el par de torsión del árbol máximo a través de etapas múltiples de reentrada y de expansión en el rotor compresor-expansor. Sin embargo, si se desea una salida de empuje directa
20. (tal como para propulsión de aviones) en vez de un par de torsión del árbol, la reducción o eliminación de las etapas de reentrada permitirán que el par de torsión del rotor se reduzca hasta el mínimo requerido para mantener una compresión apropiada y flujo adecuado hacia la cámara de calentamiento. Como resultado, puede entonces enviarse directamente una alta proporción del gas de alta
25. presión y alta temperatura (54) hacia un conducto o tubería apropiado para producir un empuje máximo. Además del par de torsión del árbol y del par de torsión directo, un tercer método deseable en ciertas aplicaciones es extraer el gas de trabajo en la forma
30. de aire comprimido o de otro gas comprimido. La sencillez del

408033

- 66 -



procedimiento de compresión por choque y las altas presiones capaces de lograrse mediante el mismo, ocasionan que este motor de ondas de choque reflejadas sea particularmente atractivo en dichas aplicaciones. La cámara de calentamiento (22) de dicha modalidad sería relativamente más pequeña, debido a que solamente se haría circular una porción del gas comprimido (aire) (53) hacia la cámara de calentamiento, para impulsar el rotor y para ocasionar la compresión por choque del gas frío.

Las nuevas particularidades de este motor de ondas

10. turbocompresor integral por lo general son aplicables a procedimientos de extracción de energía térmica, incluyendo todas las fuentes de calor factibles, tales como combustión, reactor nuclear u horno solar. Estas nuevas particularidades son generalmente aplicables a motores de ciclo abierto en donde el gas de trabajo

15. puede ser un gas ambiente, tal como aire, que se toma desde y se hace regresar al medio ambiente. Debe también quedar comprendido que el presente motor puede funcionar como un motor de ciclo abierto en donde hay una fuente de calor ilimitada tal como un subproducto en una refinería y en donde el gas frío y el gas caliente se usan sólo una vez y se separan luego. Son también generalmente aplicables a los motores de ciclo cerrado, en donde el gas de trabajo se hace recircular desde la descarga hacia la admisión pasando a través de intercambiadores de calor para el enfriamiento tal y como sea necesario.

25. En la modalidad preferida, el estator del motor se hace de acero inoxidable para resistir las altas temperaturas que están constantemente presentes. Debe quedar comprendido que otros materiales tales como Inconel, podrían usarse siempre que dichos materiales puedan resistir las altas temperaturas. El rotor en la modalidad preferida puede fabricarse de acero inoxidable.

30.



ble con 5 por ciento de cromo o con otras aleaciones de aluminio, debido a que la temperatura media del rotor no es tan elevada como aquella del estator.

N O T A

5.

REIVINDICACIONES

Se reivindica como objeto de la presente Patente de Invención:

- 1ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, que se caracteriza esencialmente por el hecho de comprender en combinación:
10. a.) un rotor que incluye una pluralidad de cámaras de rotor que se forman alrededor de la periferia del mismo, cada una de cuyas cámaras del rotor tiene una abertura de entrada y una abertura de salida y una restricción en el área de sección transversal de las mismas; b.) una boquilla que forma la sección de la cámara del rotor entre la restricción y la abertura de salida, estando formada la boquilla para permitir que el gas que sale de la misma, proporcione el par de torsión al rotor; c.) un estator formado para retener el rotor para girar alrededor de su eje, incluyendo el estator una primera pared, la cual se forma para proporcionar por lo menos un portillo de entrada de gas frío, un portillo de entrada de gas caliente, un portillo de salida de gas comprimido frío y un portillo de expansión de gas comprimido caliente, estando la primera pared colocada de manera que el portillo de entrada de gas frío y el portillo de entrada de gas caliente queden adyacentes a la abertura de entrada de cada cámara del rotor a medida que gira y para que el portillo de salida de gas comprimido frío y el portillo de salida de gas comprimido caliente queden adyacentes a la abertura de salida de cada cámara del rotor a medida que gira; d.) un elemento para proporcionar gas frío acoplado con el portillo de entrada de gas frío; e.) un ele-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



408033-

68



- mento para proporcionar gas caliente, acoplado con el portillo de entrada de gas caliente; y f.) la primera pared además se forma para funcionar junto con la rotación del rotor y las restricciones respectivas en cada cámara del rotor, mediante lo cual en cada cámara del rotor el gas frío entra y su presión se aumenta mediante por lo menos primera y segunda ondas de choque iniciales y una onda de choque reflejada creada en la misma para permitir que el gas frío, con su presión aumentada, salga desde la boquilla de la cámara del rotor con una energía suficiente para efectuar el
- 5.
- 10.
- 15.
- trabajo, mediante lo cual, en cada cámara del rotor, el gas caliente entra después del gas frío a fin de que se desarrolle una intercara entre el gas caliente y el gas frío en la misma y mediante lo cual, la onda de choque reflejada aumenta la presión del gas caliente, y el gas caliente, con su presión aumentada, sale desde la boquilla de la cámara del rotor después de haber salido el gas frío aumentado en presión con una velocidad suficiente para crear un par de torsión considerable en el rotor.

- 20.
- 25.
- 30.
- 2ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que se incluye un portillo de reentrada de gas caliente, un portillo de expansión de gas caliente y un elemento de reentrada de gas caliente, que acopla el portillo mencionado en último término y en donde el elemento de reentrada de gas caliente está acoplado con el portillo de expansión de gas caliente para recibir el gas caliente del mismo y además en donde el portillo de reentrada de gas caliente se coloca para dirigir cualesquiera de los gases calientes que pasan a través del elemento de reentrada de gas caliente, hacia cada una de las aberturas de entrada de las cámaras del rotor, después de que las cámaras de rotor se han hecho girar más allá del portillo de entrada de gas caliente, mediante



lo cual la carga del gas caliente se mantiene para proporcionar un par de torsión adicional en el rotor.

5. 3ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que se incluye un elemento de circulación de gas frío que tiene una abertura de entrada y una abertura de salida y en donde la abertura de entrada del elemento de circulación de gas frío se acopla para recibir el gas frío aumentado en presión desde el portillo de salida de gas comprimido frío y, además, en donde la abertura de salida del elemento de circulación de gas frío se coloca para dirigir el gas comprimido frío que pasa a través del mismo hacia el elemento para proporcionar gases calientes al portillo de entrada de gas caliente.

15. 4ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que el portillo de entrada de gas frío incluye paletas de prerrotación que permiten que el gas frío pase a través del portillo de entrada de gas frío para cestrar las cámaras del rotor a un ángulo que es compatible con la velocidad del rotor.

20. 5ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que se incluye además una salida de gas de escape que está colocado en el lado opuesto del rotor desde el portillo de entrada de gas frío, de manera que cuando el gas frío desde el portillo de entrada de gas frío entra en las cámaras del rotor, se producirá un efecto de barrido que da por resultado el que los gases retenidos en las cámaras del rotor cuando el gas frío desde el portillo de entrada de gas frío entra en las cámaras del rotor, se fuerce a pasar desde las mismas hacia la salida del gas de escape.
- 30.



408033- 70 -



5. 6ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que se incluye una primera pared movable que está montada moviblemente con la primera pared que se coloca para permitir que las primeras paredes movibles definan variablemente el tamaño y la ubicación del portillo de entrada de gas caliente.

10. 7ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que además se incluye una segunda pared movable que está montada moviblemente en la primera pared y colocada para definir invariablemente el tamaño y la ubicación del portillo de entrada de gas frío.

15. 8ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que se incluye además una tercera pared movable que está montada moviblemente con la primera pared que se coloca para definir variablemente el tamaño de la ubicación del portillo de salida de gas frío comprimido.

20. 9ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que se incluyen además primera, segunda y tercera paredes movibles, cada una montada moviblemente con la primera pared, y en donde la primera pared movable se coloca para definir variablemente el tamaño y la ubicación del portillo de entrada de gas caliente y en donde la segunda pared movable se coloca para definir variablemente el tamaño y la ubicación del portillo de entrada de gas frío y además en donde la tercera pared movable se coloca para definir el tamaño y la ubicación del portillo de salida de gas comprimido frío.

25.

30.

10ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la

~~30.~~



- reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que se incluye una pluralidad de elementos de reentrada de gas caliente, cada uno de los cuales tiene un portillo de expansión de gas caliente y portillos de reentrada de gas caliente, y en donde
5. de cada uno de los elementos de reentrada de gas caliente se coloca a fin de que el portillo de expansión de gas caliente reciba gases calientes de presión relativamente elevada desde las cámaras del rotor en una ubicación diferente de los otros elementos de reentrada de gas caliente y se coloca a fin de que
10. su portillo de reentrada de gas caliente, dirija los gases calientes que fluyen a través del mismo hacia las aberturas de entrada de las cámaras del rotor en una ubicación diferente alrededor de la periferia del rotor del portillo de reentrada de gas caliente de los otros elementos de reentrada de gas caliente.
15. te.

- 11ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 10ª, que se caracteriza por el hecho de que cada portillo de expansión de gas caliente y cada portillo de reentrada de gas caliente, además incluye paredes movibles que están montadas moviblemente en el mismo, mediante lo cual cada pared movable mencionada en último término se coloca para definir
20. variablemente el tamaño y la ubicación de su portillo de expansión de gas caliente asociado o de su portillo de reentrada de gas caliente.

25. 12ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 10ª, que se caracteriza por el hecho de que cada elemento sucesivo de la pluralidad de elementos de reentrada de gas caliente tiene una sección transversal mayor que el elemento de reentrada de gas caliente anterior en donde el anterior se considera que queda en la dirección contraria a la rotación

30.





del rotor.

- 13ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que cada una de las boquillas es una boquilla convergente y divergente.
5. 14ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que cada una de las boquillas es una boquilla convergente.
- 15ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que cada una de las cámaras del rotor tiene una configuración helicoidal.
10. 16ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que cada una de las cámaras del rotor tiene una configuración en espiral.
15. 17ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que cada una de las cámaras de rotor tiene una configuración en forma de hélice.
- 18ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que cada una de las cámaras del rotor se configura con lados prácticamente rectos y está orientada casi radialmente.
20. 19ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que cada una de las cámaras del rotor se configura con lados prácticamente rectos y se orienta casi paralela al eje de rotación del rotor.
25. 20ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que se incluye además un portillo de gas de escape y se coloca en un lado
- 30.



408033 73 -



- del rotor opuesto del portillo de entrada de gas caliente y en donde además se incluye el portillo de expansión de gas caliente y el portillo de reentrada de gas caliente y en donde el portillo mencionado en último término junto con el portillo de entrada de gas frío, el portillo de salida de gas comprimido frío y el portillo de salida de gas comprimido caliente constituyen un sector del estator en donde sólo hay un solo sector colocado en dicho estator.
- 5.
- 21ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 20, que se caracteriza por el hecho de que existe una diversidad de dichos sectores dispuestos en el indicado estator.
- 10.
- 22ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 21, que se caracteriza por el hecho de que dichos sectores están situados simétricamente dentro del aludido estator con relación al mencionado rotor.
- 15.
- 23ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 21, que se caracteriza por el hecho de que tales sectores están situados asimétricamente en aquel estator con respecto al referido rotor.
- 20.
- 24ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 20, que se caracteriza por el hecho de que dicho sector único está situado asimétricamente en aquel estator con respecto al mencionado rotor.
- 25.
- 25ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que se incluyen también medios de puesta en marcha conectados a dicho orificio de entrada de gas caliente.
- 30.
- 26ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 25, que se caracteriza por el hecho de que dichos



408033

74 -



medios de puesta en marcha incluyen un depósito de gas comprimido conectado al referido orificio de salida de gas frío comprimido.

5. 27ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que dichos medios para proporcionar gases fríos incluyen un medio para suministrar aire desde el ambiente circundante.

10. 28ª.-Motor de ondas turbocompresor integral, según las reivindicaciones 1 a 27, que se caracteriza por el hecho de poseer un rotor con por lo menos una cámara en el mismo, teniendo la cámara una entrada y una salida, un método para comprimir y expandir los gases en y desde la cámara a fin de impulsar el rotor que comprende los pasos de: a) hacer girar el rotor; b.) introducir gas frío que inicialmente tiene una presión relativamente baja dentro de la entrada de la cámara; c.) crear una primera onda de choque en la salida de la cámara, cuya onda se dirige hacia la entrada para comprimir el gas frío en la cámara una primera vez; d.) introducir el gas caliente que tiene una presión relativamente elevada hacia la entrada de la cámara para  
15. crear una segunda onda de choque que se dirige hacia la salida para comprimir adicionalmente el gas frío; e.) crear una tercera onda de choque dentro de la cámara, cuya tercera onda se dirige hacia la entrada de la cámara para comprimir adicionalmente el gas frío y comprimir el gas caliente; y f.) expandir los gases desde la salida de la cámara en una dirección que tiene un  
20. componente que es opuesto a la dirección en que está girando el rotor para de esta manera impulsar dicho rotor.

29ª.-MOTOR DE ONDAS TURBOCOMPRESOR INTEGRAL.

Sean cuales fueren las circunstancias que concurren con la esencialidad propia de la misma.



408033 75 -



Consta la presente Memoria descriptiva de setenta y cinco páginas foliadas y mecanografiadas por una sola cara y va acompañada de siete hojas de dibujos aclarativos.

Barcelona, 20 de octubre 1972

P. A.



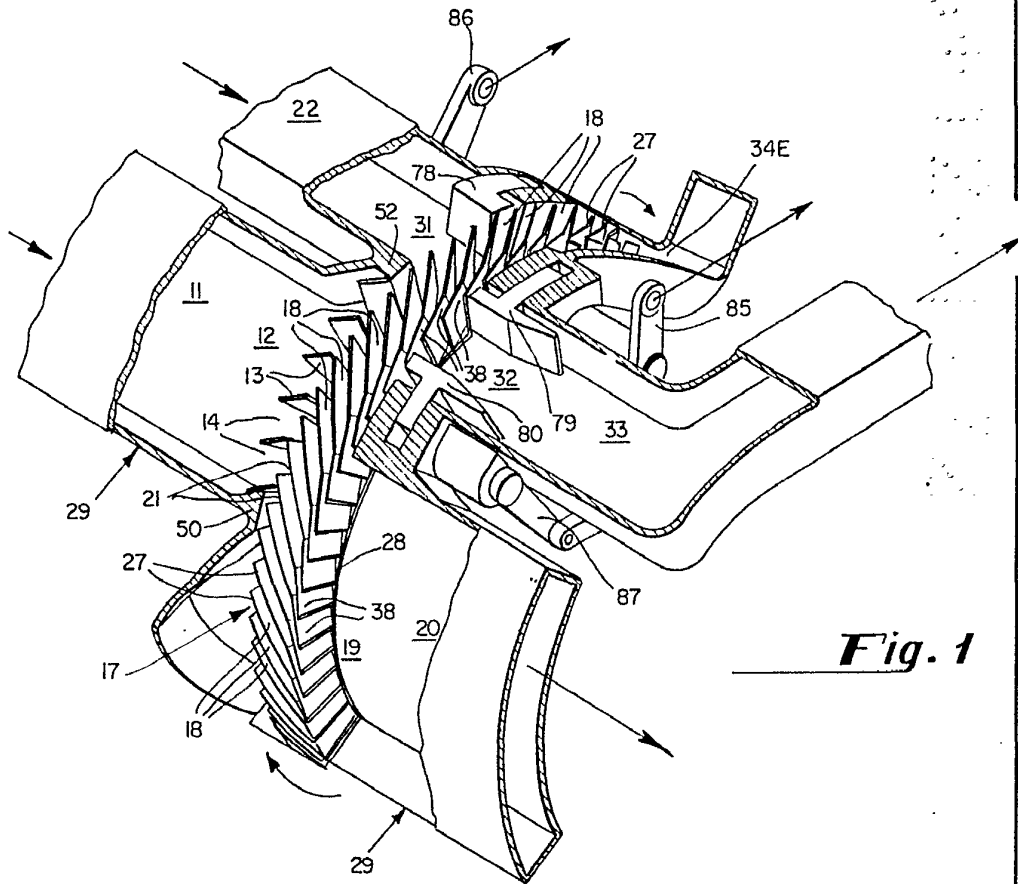


Fig. 1

Barcelona, 20 octubre 1972  
P.A.

Escala variable

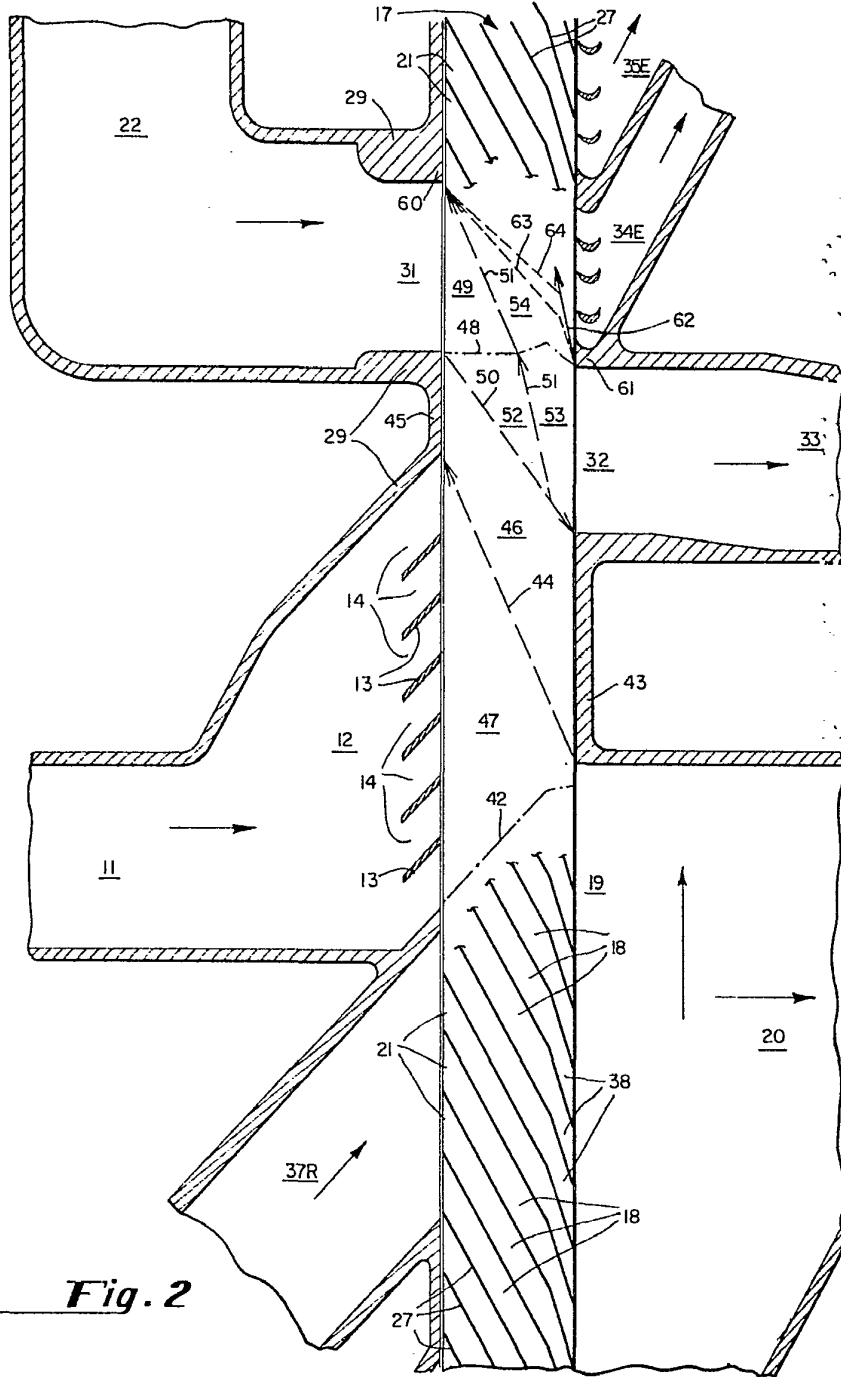
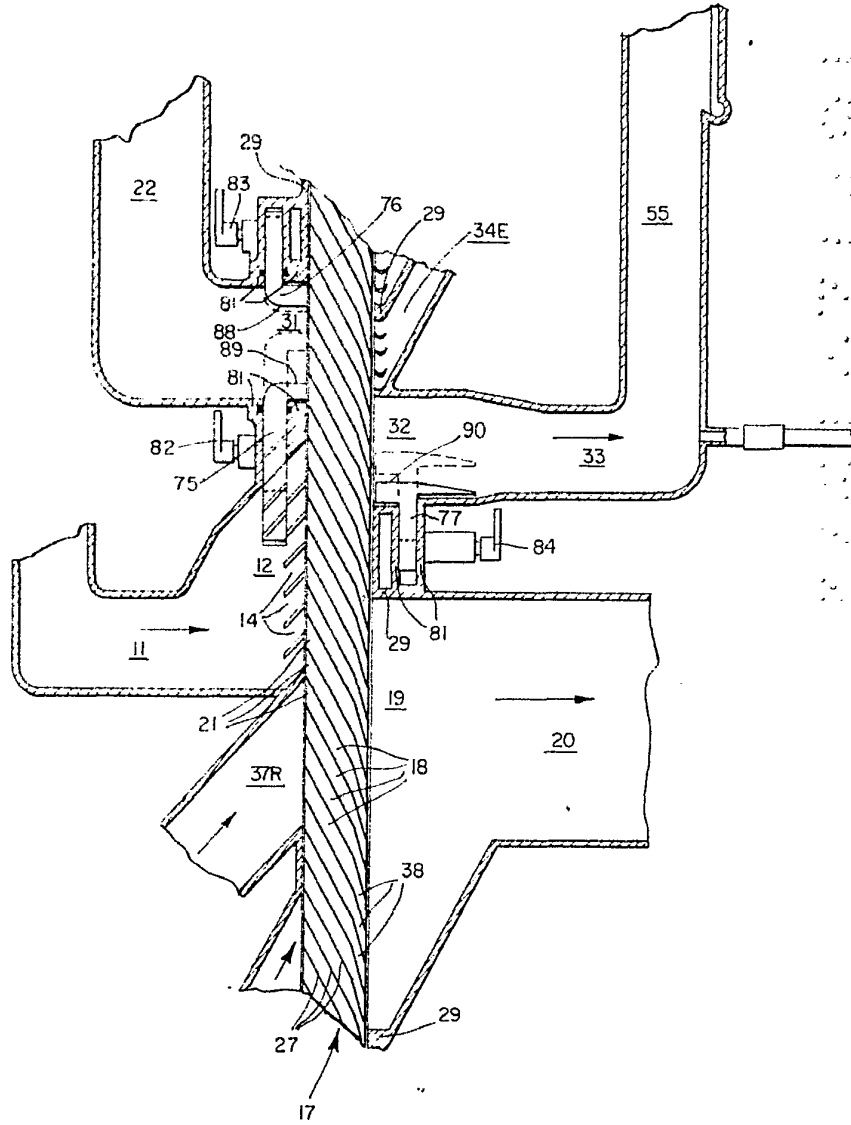


Fig. 2

Barcelona, 20 Octubre 1972  
P.A.

Escala variable



**Fig. 3**

Barcelona, 20 Octubre 1972  
P.A.

Escala variable

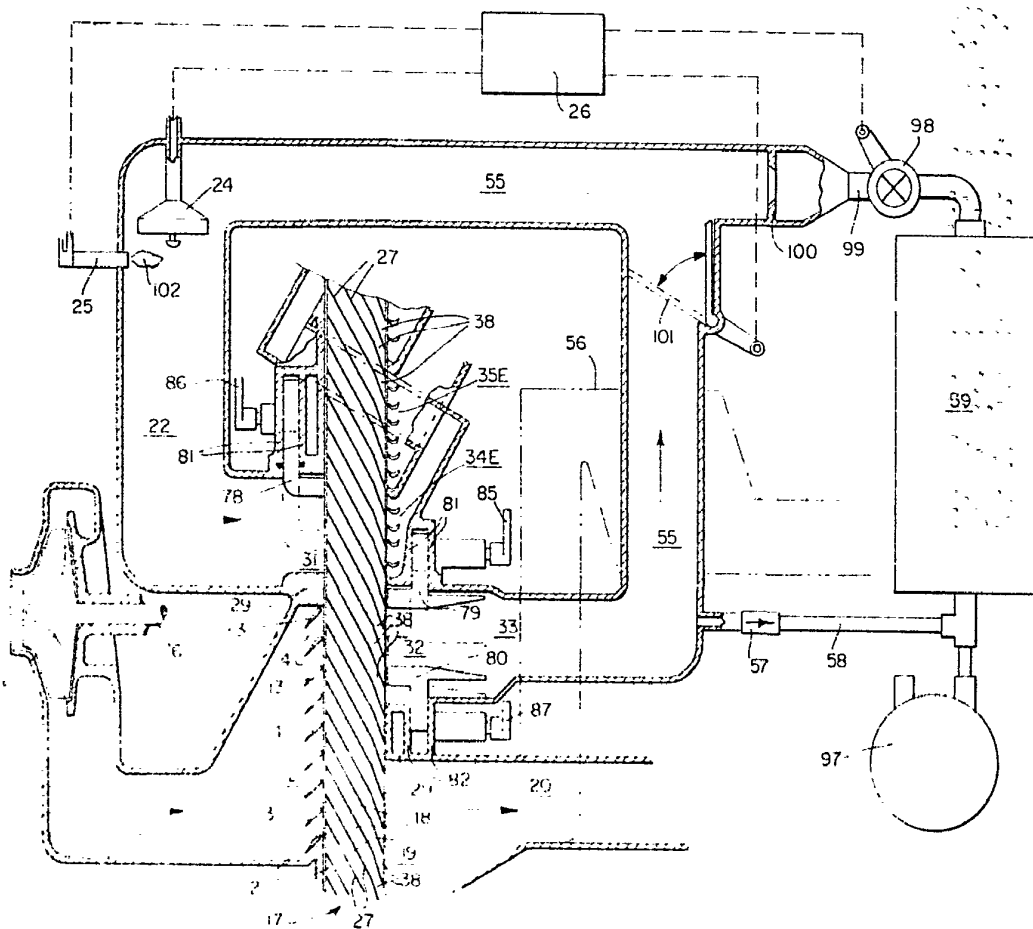


Fig. 4

Barcelona, 20 octubre 1972  
P.A.

Escala variable

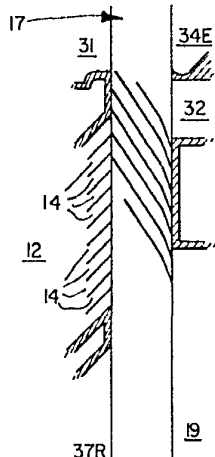


Fig. 5

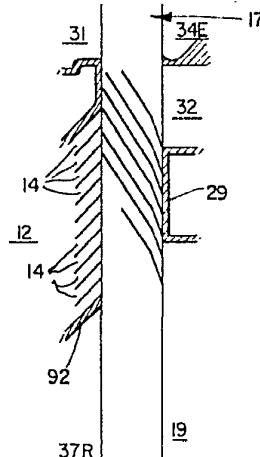
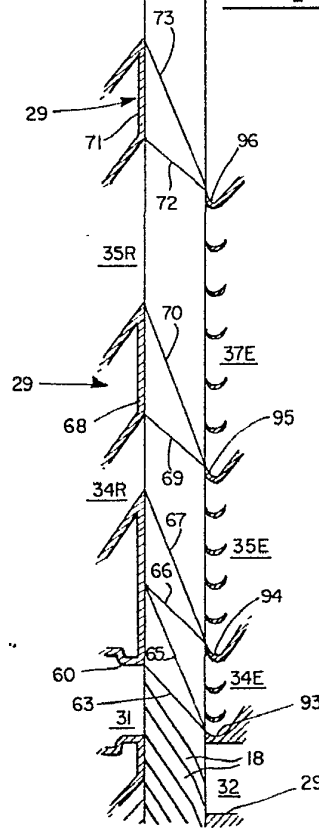
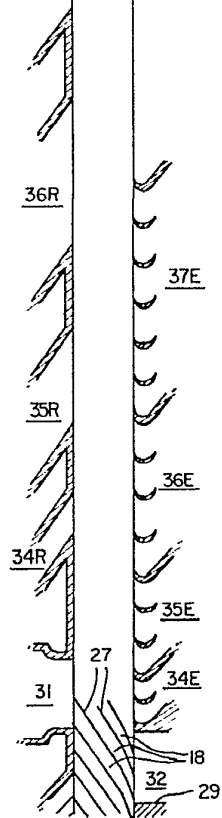


Fig. 6

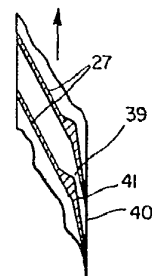
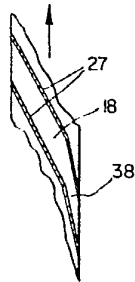
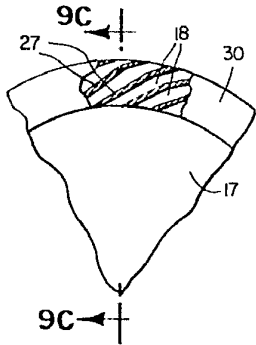
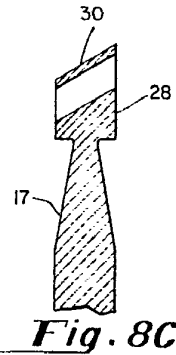
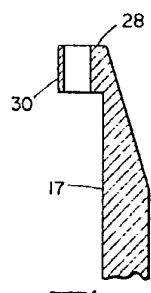
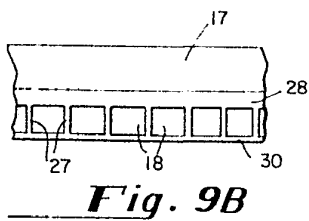
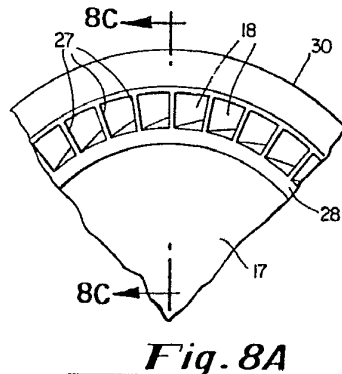
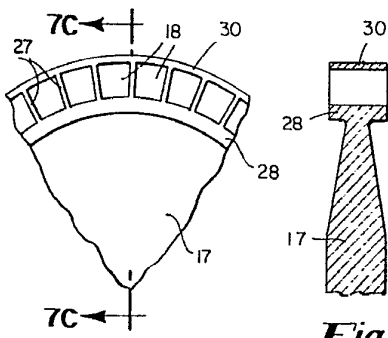
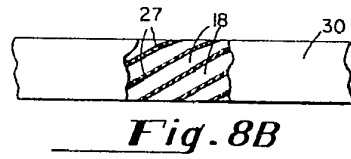
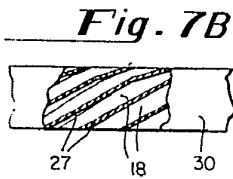


Barcelona, 20 octubre 1972  
P.A.

Escala variable

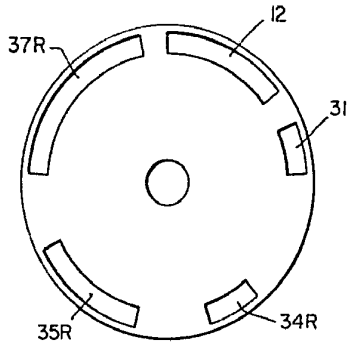


208 100 84

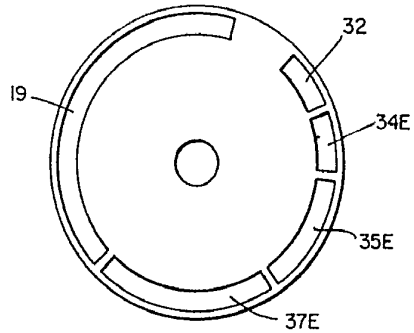


Barcelona, 20 Octubre 1972  
P.A.

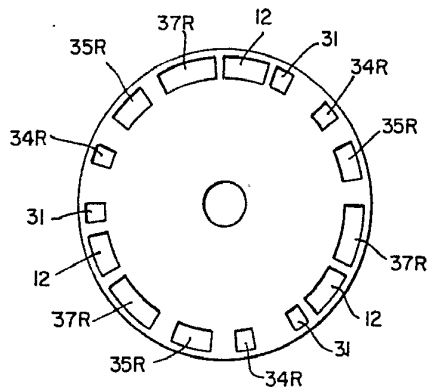
Escala variable



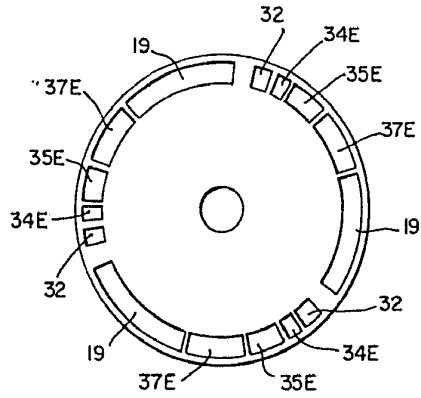
**Fig. IIA**



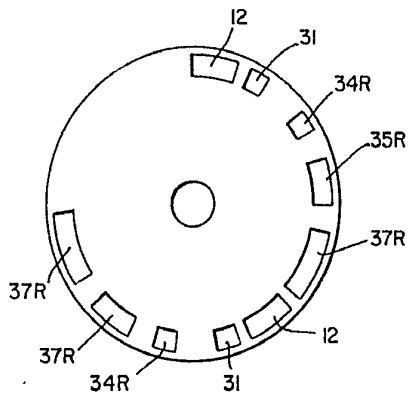
**Fig. IIB**



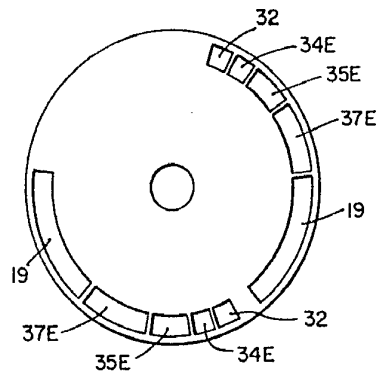
**Fig. IIC**



**Fig. IID**



**Fig. IIE**



**Fig. IIF**

Barcelona, 20 Octubre 1972  
P.A.

Escala variable