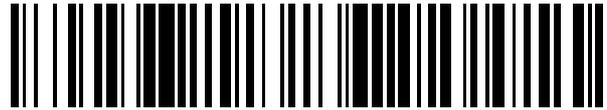


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 467 615**

51 Int. Cl.:

**F01C 1/067** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2006 E 06701614 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2013 EP 1864002**

54 Título: **Máquina de tipo gato y ratón**

30 Prioridad:

**13.01.2005 IT MI20050029**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**12.06.2014**

73 Titular/es:

**POMAR, ELIODORO (100.0%)  
Apartado de Correos 366  
29620 Torremolinos, Málaga, ES**

72 Inventor/es:

**POMAR, ELIODORO**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 467 615 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Máquina de tipo gato y ratón

**ANTECEDENTES DEL INVENTO**

5 Este invento trata de un aparato de movimiento cinemático sin componentes reciprocantes para transformar las variaciones de presión de un líquido que actúa en cámaras toroidales de volumen cíclicamente variable en trabajo mecánico sobre un eje rotativo.

El invento trata además de un motor que incluye dicho aparato.

10 Como se sabe, un sistema empleado convencionalmente para usar la energía potencial de un líquido presurizado en antiguas máquinas de vapor era el de causar que dicho líquido se expandiera dentro de un cilindro para desplazar un pistón en dicho cilindro mediante un sistema de biela-manivela, lo que a su vez desplaza un cigüeñal o eje que controla varios mecanismos o aparatos operativos.

Este sistema representa, en la práctica, la construcción más empleada para convertir la energía potencial de un líquido en trabajo mecánico, al expandir el líquido a través de cámaras de volumen variable.

**RESUMEN DEL INVENTO**

15 El objetivo de este invento es proporcionar un aparato o mecanismo de movimiento cinemático adaptado para reemplazar de manera ventajosa, en cada aplicación deseada de los mismos, los mecanismos o aparatos incluidos los arriba citados, cilindro, pistón, biela y manivela.

20 En dicho aparato de movimiento cinemático el movimiento de trabajo giratorio se transmite al eje mediante un conjunto de elementos, todos propulsados con un movimiento giratorio continuo y en una dirección constante, controlados o empujados por pistones toroidales, que también giran coaxialmente con el eje, y que delimitan cámaras toroidales cíclicamente variables que se encuentran acopladas a los demás elementos operativos mediante simples conjuntos de bielass.

25 Dentro del ámbito del objetivo arriba citado, el principal objetivo del invento es proporcionar tal aparato de movimiento cinemático, en el que las fuerzas generadas por tales pistones, que son dirigidas tangencialmente con relación a dicho eje, se transmitan a dicho eje de manera que minimice las pérdidas operativas, por lo tanto permitiendo alcanzar una eficiencia operativa muy alta.

Otro objetivo de este invento es proporcionar un aparato de movimiento cinemático que, específicamente, se encuentre libre de cualesquiera fuerzas operativas como las que en los motores de pistones reciprocantes tiendan a impulsar al pistón contra el lateral del cilindro, causando así pérdida por fricción y problemas de sellado defectuoso.

30 Dichas fuerzas, como bien se sabe, incrementan en la medida en que incrementa el ángulo formado por la biela con la línea recta que acopla el eje del pistón con el eje giratorio.

Otro objetivo de este invento es proporcionar un aparato de movimiento cinemático que permita obtener un ciclo de cuatro tiempos sin emplear válvulas de distribución y aparatos de captación de gas combustionado.

Este aparato se conoce por una publicación anterior realizada por el mismo solicitante, US3,029,031.

35 Según un aspecto de este invento, los objetivos arriba citados así como otros objetivos que se dirán más adelante, se obtienen mediante un aparato de movimiento cinemático sin componentes reciprocantes según el enunciado 1.

40 Con más detalle, este invento se refiere a un aparato de movimiento cinemático que comprende cuatro pistones giratorios que se encuentran acoplados mecánicamente en parejas, la ley motor de los cuales se determina por una leva simétrica, tanto con relación a su eje principal y con relación a su eje menor, siendo dicha leva simétrica libre de puntos de flexión y con un índice de presurización fijo.

Más adelante también se informará sobre un dispositivo para cambiar el contorno de dicha leva (y por lo tanto la norma que determina el movimiento del pistón y el índice de presurización y expansión de dichas cámaras de volumen variable) incluso durante la operación del aparato.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se descubrirán más características y ventajas de este invento más adelante a partir de la explicación detallada de la materialización preferida, aunque no exclusiva, del invento que se ilustra, a través de un ejemplo que figura a modo de ilustración y sin que constituya limitación, en los dibujos adjuntos, donde:

- 5 Las figuras 1-4 son vistas frontales de corte transversal, tomadas mayormente a lo largo de planos transversales diferentes, que muestran el aparato de movimiento cinemático según este invento;

La figura 5 es una vista lateral de corte transversal del mismo aparato de movimiento cinemático;

La figura 6 es una vista de perspectiva esquemática de dicho aparato de movimiento cinemático;

La figura 7 es una vista frontal detallada que muestra una porción del pistón del aparato de movimiento cinemático;

- 10 La figura 8 es otra vista de corte transversal tomada mayormente a lo largo del plano seccional VIII-VIII de la figura 7;

La figura 9 es un diagrama esquemático que muestra los contornos activos o perfiles de tres levas simétricas, que son mecánicamente compatibles con el aparato de movimiento cinemático mostrado en las figuras anteriores;

- 15 La figura 10 muestra una cuarta parte de la leva, cuya superficie activa global es considerada como suficientemente y plenamente materializada por veinte elementos rectilíneos tangentes a la misma;

La figura 11 es un diagrama esquemático que muestra la distribución de las fuerzas en un aparato o mecanismo de pistón de movimiento recíprocante; y

La figura 12 es otro diagrama esquemático que muestra la distribución de las fuerzas en un mecanismo o aparato de pistón giratorio.

20 DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

Con relación al número de referencias de las figuras arriba citadas, el aparato de movimiento cinemático según este invento se compone de un cilindro 1, incluida una camisa coaxial 2, sobre esta se desliza el mecanismo sellador del pistón 3, incluida una pluralidad de elementos prismados que, cuando están operativos, son empujados contra la pared interior de dicha camisa por la fuerza centrífuga generada por los pistones giratorios.

- 25 Cuando el aparato se encuentra en reposo o parado, los elementos prismados selladores pueden ajustarse, si fuera necesario, mediante muelles ondulados de acero, que no se muestran de manera específica.

Los elementos selladores citados arriba se acoplan en cavidades compatibles formadas en las paredes de los pistones, dichos pistones tienen la forma de un sector circular cuyo largo queda delimitado por dos elementos de disco frontales 5, incluido ranuras alargadas 7 por donde pasan los ejes de dichos pistones 6, permitiendo que dichos pistones sean impulsados mutuamente los unos hacia los otros, e impulsados apartándose los unos de los otros. Este movimiento en particular causará, como se ha dicho anteriormente, una variación del volumen de dichas cámaras 8, incluido dicho líquido de servicio en el interior.

- 30 Los elementos de disco 5 comprenden, a su vez, los correspondientes elementos o bandas de anillo circulares resistentes y selladores.

35 A través del cuerpo cilíndrico del mecanismo en cuestión, se proporcionan varios puertos de entrada y salida de líquido de servicio y, si el aparato o mecanismo se usa como motor de combustión interna, dicho cuerpo cilíndrico contiene además varios agujeros para incorporar el mismo elementos tales como bujías, inyectores u otros dispositivos operativos necesarios.

- 40 En tal caso, y como se muestra en los dibujos, se proporciona además un puerto de entrada 9, un puerto de salida 10, un agujero para bujía 11 y un agujero de inyector de combustible, si el ciclo operativo requiere dichos elementos.

En las superficies de contacto de los elementos de disco frontales 5 y caras frontales de los pistones 4 se proporcionan elementos selladores, que incluyen también varios elementos prismados impulsados contra las

## ES 2 467 615 T3

paredes por pequeñas masas cuneiformes 12 que someten a dichos elementos a la presión generada por la fuerza centrífuga.

- 5 El movimiento del pistón, debido a la presión del líquido de servicio, se transmite desde los ejes de dichos pistones 6 a la palanca de la biela 13, las bielas de los cuales pasan a través de los cojinetes 14 rodando por la pared interior de la leva 15, a la vez que deforma el polígono articulado incluidas dichas bielas 13 y por lo tanto causando que cambie cíclicamente la velocidad de giro por el eje principal de los respectivos pistones.

En el eje de cada cojinete 14 se alojan los correspondientes pernos 20, cada uno de los cuales transmite el movimiento recibido por los pistones a dos pequeñas bielas 16, 17 y a su vez la biela 17 está articulada a un elemento cigüeñal 18 rígido con el eje del motor 19, para proporcionar el trabajo operativo deseado.

- 10 Cada par de bielas proporciona una conexión entre el eje final de largo variable, que puede oscilar entre un valor preestablecido máximo a mínimo.

Así, además de una transmisión óptima de la potencia generada, también se garantiza una conexión adecuada entre el eje del mecanismo y el eje de un plano ideal que divide cada una de las cámaras 8 en dos mitades radialmente simétricas.

- 15 Se necesitaría tal correspondencia para proporcionar una correspondencia perfectamente igual del paso o la carrera distribuidora en cada una de dichas cámaras.

Sería preferible colocar dichas bielas pequeñas 16 y 17 en direcciones opuestas con relación al movimiento para cada uno de los dos extremos del mecanismo, para así conectar mutuamente y alternar cada perno del cigüeñal con los cojinetes 14.

- 20 En este sentido se debe señalar que, si el mecanismo o aparato descrito se emplea para operar como un motor de cuatro tiempos de combustión interna, entonces dicho ciclo operativo se llevará a cabo por cada cámara en una única revolución del eje motor.

- 25 Dado que en el mecanismo o aparato el número de dichas cámaras es de cuatro, la operación de dicho aparato será el equivalente, desde un punto de vista de la potencia generada, a la de un motor de cuatro tiempos y de cuatro cilindros, y tendrá un desplazamiento total de pistón igual a la suma de los volúmenes máximos de cada una de las cámaras.

- 30 La ausencia de válvulas, el pequeño tamaño de los puertos asociados, la corta distancia de los puertos de entrada y salida (con la correspondiente reducción drástica de las pérdidas debido a materiales no combustionados), la ausencia de pérdidas por fricción tanto en el mecanismo principal y en los mecanismos auxiliares, garantizarán una alta eficiencia de operación y una baja tasa de polución.

Además, un equilibrado perfecto de las masas giratorias y el equilibrado y la distribución de las fuerzas permitirán alcanzar un alto número de revoluciones y, por lo tanto, incrementar la potencia específica.

Más abajo se realizará una comparativa entre la distribución de las fuerzas en un mecanismo de pistón recíprocante y la distribución de las fuerzas en un mecanismo de pistón giratorio correspondiente al mecanismo arriba descrito.

- 35 Para realizar esta comparativa se han seleccionado dos mecanismos estrictamente comparables, que se muestran esquemáticamente en las figuras 11 y 12 respectivamente.

En ambos casos asumiremos que la fuerza generada por la presión que actúa sobre las superficies activas del pistón de ambos mecanismos se indica esquemáticamente por un vector con una longitud de 50 mm, indicado por Ft, y que se considera convencionalmente equivalente a 50 Kg.

- 40 Miraremos primero la figura 11.

El vector Ft, según la línea que une el eje del pistón y el eje del mecanismo, no genera trabajo alguno directamente pero, al descomponerlo en las dos fuerzas Fa y FI, el primero operará a lo largo de la biela y el segundo en la pared lateral del pistón, para generar fricción contra el lateral del cilindro, afectando por lo tanto negativamente al resistente anillo sellador del pistón.

Con relación a la fuerza  $F_a$ , que a su vez se puede descomponer en las fuerzas  $F_r$  y  $F_m$ , dicha fuerza  $F_a$  impulsará rotativamente el cigüeñal acoplado al eje, mientras que la fuerza  $F_m$  no generará trabajo útil.

Conforme a ello, en el aparato o mecanismo descrito, la torsión máxima corresponderá al producto  $F_r \times r$ ; en el caso en cuestión, un cálculo gráfico proporcionará una torsión de unos 100 Kg/cm.

5 Ahora nos referiremos a la figura 12.

En este caso, las superficies móviles se componen de dos superficies móviles.

La fuerza convencional arriba citada se descargará igualmente en los dos pistones, las paredes de los cuales formarán la cámara en una dirección tangencial con respecto a la circunferencia que siguen los ejes de los pistones involucrados.

10 Así, dichas fuerzas, al combinarse unas con otras, proporcionarán una fuerza resultante aplicada en el punto 01 cuya fuerza se indicará con  $F_r$ , y pasará a través del eje del mecanismo, sin producir movimiento giratorio alguno.

15 Las bielas, que se articulan en el eje del pistón y que, en sus extremos, llevan los cojinetes de bolas que contactan con la leva, descargarán esta fuerza en las paredes de dicha leva, en el punto 02, donde dicha fuerza se descompondrá en la fuerza  $F_a$ , tangencial a la superficie de la leva y la fuerza  $F_l$ , que se descargará perpendicularmente a la misma.

Luego, el conjunto del pistón es impulsado rotativamente bajo el efecto de la fuerza  $F_a$  que, mediante las bielas 16 y 17 se transmitirá al cigüeñal acoplado al eje, proporcionando así la fuerza  $F_m$ , dirigida tangencialmente al brazo del cigüeñal 18, causando así que el eje sea impulsado rotativamente.

Conforme a ello, en este caso, la torsión impulsora se corresponderá con  $F_m \times r$ , donde  $r$  es el radio del cigüeñal.

20 Conforme al cálculo gráfico arriba indicado, incluso en este caso la torsión impulsora máxima para los valores arriba citados, será de unos 100 Kg/cm.

Sistemas de sellado:

25 Uno de los problemas más graves que afectan al mecanismo o aparato giratorio descrito, con relación a mecanismos de pistones recíprocos anteriores de similares características, es la mayor longitud de las líneas de sellado, en los dos casos descritos, y la presencia, en los mecanismos giratorios, de caras planas y esquinas.

30 Las pruebas realizadas en los motores de Wankel han superado parcialmente estas desventajas pero, del mismo modo, aún existen, dado que es cierto que los mecanismos giratorios tienen las características arriba citadas; por ejemplo, en un mecanismo o aparato como el que se describe, la extensión lineal de los elementos de sellado puede variar desde un valor doble a triple de aquella de un motor de pistón recíproco análogo, según los parámetros de construcción preestablecidos.

Sin embargo, lo que se debe tener en cuenta es la diferente calidad de los dispositivos de sellado.

Como se ha dicho anteriormente, en motores de pistón recíproco, el contacto entre el cilindro y el pistón queda afectado por fuerzas impulsoras laterales, de una naturaleza inaceptable y que, en mecanismos de pistón giratorio, no existen.

35 Estas fuerzas impulsoras hacen que el contacto entre el cilindro y el pistón recíproco no ocurra entre superficies cilíndricas bien acopladas y con líneas generatrices paralelas, sino que en su lugar entre las esquinas de los anillos del pistón y la superficie del cilindro.

40 Es más, la presión de contacto en los citados mecanismos es muy baja, dado que es suministrada exclusivamente por la elasticidad del anillo del pistón, y dado que es bien sabido que dicha elasticidad, a una temperatura operativa comparativamente alta, tiende a reducirse aún más.

Vice-versa, en el mecanismo o aparato giratorio, la fuerza centrífuga siempre va dirigida en una dirección perpendicular a la superficie interna del cilindro. Además la superficie de los elementos selladores prismados está perfectamente acoplada o emparejada con la superficie interior de dicho cilindro.

Además, la fuerza centrífuga, asegurando el contacto de dichas superficies, aumenta con la velocidad giratoria, proporcionando así un efecto de sellado a rangos de altas revoluciones, a lo que corresponderá la máxima potencia.

5 Además, en las citadas superficies planas, dichos elementos de cuña sometidas a la fuerza centrífuga proporcionarán en estas superficies especialmente críticas, un efecto de sellado muy satisfactorio.

En este caso, los elementos prismados de sellado contendrán un diente de retenida 32, para impedir que la fuerza centrífuga los desestabilice de una correcta posición operativa.

10 En mecanismos diseñados para operar como motores de combustión interna, una disposición, diseñada específicamente, de los elementos prismados de sellado en la región de los pistones pasando por los electrodos de las bujías permitirá llevar a cabo un avance de chispa y modificarlo conforme cambie el patrón de movimiento.

Un canal formado en el revestimiento 2 proporcionará una extensión de la cámara de combustión que, al operar como un canalizador de la llama, permitirá prender la mezcla de combustible en el momento deseado.

Un canal similar 22, formado en el puerto de salida del revestimiento, permite una descarga completa de los residuos del gas quemado desde la cámara de combustión.

15 Lubricación y refrigeración.

Si este aparato o mecanismo de movimiento cinemático se emplea para convertir la energía potencial de un líquido presurizado en trabajo mecánico, entonces no existe problema inherente relacionado con estas dos funciones.

En este caso, la lubricación de los elementos que constituyen el mecanismo puede ser garantizado por medios simples y bien conocidos, y lo mismo se podría decir para la refrigeración opcional.

20 Dado que, por el contrario, el mecanismo se emplea para un motor de combustión interna, entonces en este último ocurrirá un desarrollo de calor comparativamente alto en dicho mecanismo.

En tal caso, se debe considerar con precisión tanto la lubricación como la refrigeración, con relación a la distribución particular de calor generado en la superficie exterior del cilindro, y la dificultad de reducir el calor de las secciones más internas del motor.

25 Con relación al primero de los problemas arriba citados, ya se ha solucionado durante pruebas realizadas sobre el motor de Wankel, y no constituye un problema nuevo.

En este sentido hay que puntualizar que ocurren explosiones en una región estrecha del cilindro la cual a su vez está sometida a tensiones de dilatación termal, lo que tiende a ovalar el cilindro y a causar posibles alteraciones en la operación.

30 Este inconveniente, y la gran cantidad de calor generado debido a la alta potencia específica que se puede obtener con este mecanismo, podrá ser eliminado al distribuir adecuadamente el líquido refrigerante o al proporcionar superficies de intercambio de calor diseñadas específicamente dependiendo de los requisitos contingentes.

35 Con relación al segundo problema citado, es decir impedir que la temperatura de las piezas interiores del motor sobrepase los límites permitidos, impuestos por la fuerza del material empleado para fabricar el motor, se podrá seguir dos caminos, a saber, eliminar el calor generado por una circulación correctamente impuesta de aceite lubricante, o utilizar un material adaptado para resistir temperaturas operativas altas, por ejemplo un material cerámico.

Esto se puede estudiar teóricamente en una primera aproximación, y luego se puede mejorar al considerar los parámetros detectados durante las pruebas con prototipos.

40 Los dibujos muestran esquemáticamente una cámara de combustión 23, prevista idealmente para circular un líquido refrigerante.

Este aparato o mecanismo de movimiento cinemático permite, además, prácticamente fabricar una máquina que podría llamarse una "turbina de combustión de volumen constante".

Esta máquina sólo se ha construido en algunos prototipos experimentales, sin embargo, hasta ahora no han aportado aplicaciones prácticamente interesantes, debido a las dificultades de construcción aquí mostradas.

5 Esta máquina difiere de una conocida turbina de presión constante, dado que su cámara de combustión contiene válvulas de succión y de salida y, por lo tanto parece natural compararla con una combinación de un motor recíprocante y una turbina de descarga de gas; las dificultades prácticas halladas para fabricarla en realidad consisten en garantizar una correcta operación de las citadas válvulas.

10 Al emplear en vez de un motor recíprocante un aparato de movimiento cinemático como el arriba descrito, que no requiere válvulas para llevar a cabo un ciclo de cuatro tiempos, esta dificultad se elimina, permitiendo así fabricar fácilmente este tipo de máquina la cual, siendo la temperatura del chorro la misma, permite usar una mayor temperatura máxima en el ciclo operativo, proporcionando así mayor eficiencia termal.

15 Esta máquina puede emplearse conforme a dos modos de operación, en el primero de ellos el eje puede suministrar una parte del trabajo de propulsión (como por ejemplo en un motor turbo-hélice) y la parte remanente puede ser suministrada por el chorro, mientras que en el segundo modo de operación, el conjunto del trabajo de propulsión puede ser suministrado por el chorro y el eje transmitirá al pistón sólo el trabajo necesario para comprimir el aire operativo del ciclo.

En ambos casos la energía del chorro será la suma de la energía de presión generada por la quema del combustible y la energía cinemática adquirida de la fuerza centrífuga, durante la operación giratoria de los pistones toroidales.

Perfil de leva y posibilidad de cambiarlo incluso durante el funcionamiento del aparato o mecanismo.

20 Como se ha descrito arriba, el aparato o mecanismo de movimiento cinemático mostrado en los dibujos se compone de una leva 15 con un perfil o contorno fijo y simétrico doble, con respecto al eje de diámetro tanto máximo como mínimo.

En realidad, estas dos características no son imprescindibles para proporcionar elementos de leva compatibles con la operación de un mecanismo como el que se describe más arriba.

25 De hecho, el perfil de leva se puede cambiar, como se describirá más adelante, y también se puede hacer asimétrico para mejorar la duración del ciclo operativo del pistón, como por ejemplo las carreras de expansión y succión con relación a la carrera de descarga de un motor de combustión interna opcional.

30 Para definir el perfil o contorno de la leva, tras activar la norma a asignar a los pistones y por ende el ángulo que deberá asumir cada pistón, en cualquier momento que se desee, con respecto a los pistones adyacentes, es posible realizar un método de definición del perfil de leva que contenga un tipo de registro punto-por-punto, calculando la distancia hasta el eje de cada punto del mismo, mediante la fórmula:

$$X = r \cos \frac{\alpha}{2} \pm \sqrt{a^2 - r^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$$

35 En esta fórmula x es la distancia de un punto de leva desde el eje del mecanismo, r es el radio de la circunferencia que sigue el eje del pistón durante los movimientos del pistón, a es el largo de la biela que une los extremos de x y r;

y  $\alpha$  es el ángulo incluido entre los radios que une los ejes de dos pistones contiguos al eje principal del mecanismo.

Esta fórmula proporciona valores que son lo suficientemente precisas como para garantizar el correcto funcionamiento del mecanismo o aparato propuesto.

40 Más adelante se detallará un método para hacer una leva de simetría doble de perfil variable, durante el funcionamiento del mecanismo o aparato de movimiento cinemático, para cambiar la proporción de compresión y expansión en la cámara que contiene el líquido de servicio.

## ES 2 467 615 T3

En este sentido debemos señalar que esta proporción dependerá en realidad de la proporción de diámetro máximo y diámetro mínimo de la leva.

La figura 9 muestra esquemáticamente los perfiles activos o contornos de tres levas simétricas que son mecánicamente compatibles con el mecanismo descrito.

- 5 Se han señalado con las letras A, B y C; donde la leva A tiene un perfil circular y se corresponde a un mecanismo que tiene un índice de compresión correspondiente a cero (el volumen de la cámara siendo constante), la leva C corresponde a un mecanismo con un índice de compresión infinito (con el volumen mínimo de la cámara que se corresponde en teoría con cero).

- 10 Entre los dos valores límite citados, se incluirán todos los perfiles de leva B con relación a los valores medio, máximo y mínimo de diámetro respectivamente, para aportar todas las proporciones de compresión deseadas y posibles.

Debe ser evidente que la leva curvilínea puede ser reemplazada por una envoltura de un número fijo de líneas tangentes a la misma, definiendo las posiciones de los puntos característicos del ciclo a realizar.

La figura 10 muestra sólo una cuarta parte de la leva, la superficie activa global de la cual se considera suficientemente y plenamente materializada por veinte elementos rectilíneos tangentes a la misma.

- 15 De dichos elementos rectilíneos, aquellos que están perpendiculares a los diámetros máximos y mínimos 24 y 29 están sujetos al cilindro, por lo que se desplazan sólo en una dirección radial a lo largo de dichos diámetros, mientras que otros elementos, indicados por los números de referencia 25, 26, 27 y 28 están acoplados unos a otros, y a los elementos 24 y 29, mediante pernos de acople, formando un patrón de cadena o círculo cerrado.

- 20 Cada elemento de dicha cadena es impulsada hacia fuera por un sistema de muelle, que no se muestra en detalle en los dibujos en aras de simplicidad. Sin embargo, su desplazamiento hacia fuera queda limitada por un anclaje junto a varios elementos excéntricos 31 que se encuentran acoplados cinemáticamente unos a otros mediante palancas o engranes de acople, que tampoco se muestran detallados.

Así, al girar cada engrane sobre su eje controlado por un elemento externo de control, permitirá que la leva cambie continuamente de forma, pasando gradualmente desde la configuración A hasta la configuración C, y vice-versa.

- 25 En el dibujo, esta variación se realiza completamente cuando cada uno de dichos elementos excéntricos realiza un movimiento giratorio de  $90^\circ$  sobre su eje.

Preferiblemente la forma o contorno de dichos elementos excéntricos se diseñará de forma que, al girar dichos elementos excéntricos, el ensamblaje de sus puntos tangentes a una forma de leva ideal correspondiente a esta posición sería apropiado y compatible con una de las normas del movimiento, de igual forma que los pistones.

- 30 Debe ser evidente que la variación de patrón o forma de las superficies tangentes a la leva puede también obtenerse mediante otros tipos de mecanismos, por ejemplo, sistemas oleoneumático, eléctricos o mixtos.

Así, debe ser evidente que se ha descrito el sistema mecánico arriba citado solamente para aclarar el concepto del invento y mostrar una posible realización del mismo.

- 35 Como posible aplicación del mismo indicamos, a modo de ejemplo, con relación a un mecanismo diseñado para llevar a cabo las funciones de un motor de combustión interna, en el que es posible cambiar, incluso durante su funcionamiento, el índice tanto de compresión como de expansión.

Esta posibilidad, que difícilmente se puede obtener mediante mecanismos de pistones reciprocantes, proporciona al motor gran flexibilidad operativa, que no podría obtenerse de otra manera, por medios simples que operan simultáneamente y en el mismo grado para cada mecanismo cilindro-pistón del motor reciprocante convencional.

- 40 Esta posibilidad será muy importante en los motores diseñados para funcionar a base de una variedad de materiales combustibles.

Otro aspecto importante es el número de variaciones de forma posibles en las cámaras por donde fluye la mezcla, para mejorar su proporción volumen/superficie y la resultante propagación del frente de llama.

5 De hecho, mientras que en el motor de Wankel la forma de la cámara queda completamente vinculada a la geometría del aparato de movimiento cinemático y es muy desfavorable tanto para proporcionar una buena combustión como para transmitir las fuerzas generadas por la misma a las partes mecánicas del motor, en este mecanismo en cuestión, por el contrario, es posible explotar una variedad de posibilidades para influir sobre los parámetros geométricos de dicha cámara, y esto tanto variando la proporción diámetro/longitud del cilindro como cambiando la configuración de las paredes radiales de los pistones.

De hecho, es posible aquí crear cavidades de una forma adecuada (por ejemplo, semiesférica) para permitir que el frente de llama se extienda bajo condiciones muy mejoradas, en particular en el patrón de volumen mínimo de la cámara, que en este sentido sería el más importante.

10 Además de las citadas ventajas, es también posible obtener una reducción de todas las fuerzas de inercia causadas por una variación de la velocidad de masa recíproca, una reducción de la fatiga mecánica generada por los elementos recíprocos debido a una inversión cíclica de las fuerzas a lo largo del eje de los mismos, y un reparto de los esfuerzos en dos mecanismos colocados simétricamente en las caras perpendiculares al eje del cilindro, incluido el conjunto del mecanismo en cuestión.

15 Así, existe una representación suficientemente clara de las razones mecánicas que hacen que sea posible y conveniente construir una unidad tan compacta y de una fuerza nunca antes obtenida por mecanismos de pistones recíprocos.

Con relación a la construcción del mecanismo, se compondrá de un número variable de pistones y cámaras.

20 Desde un punto de vista conceptual, este número podría ser par o impar, dependiendo del rendimiento que se va a obtener.

25 Aunque el mecanismo descrito es adecuado para transformar en trabajo la energía potencial de presión de los líquidos tanto anelásticos como elásticos, y para convertir un trabajo mecánico en variación de presión líquida, de aquí en adelante sólo nos referiremos a su uso con líquidos elásticos, y se hará especial referencia tanto a aquellos líquidos ya comprimidos fuera del mecanismo como a los líquidos comprimidos dentro de dicho mecanismo, y esto en particular con relación a su uso para fabricar motores de combustión interna.

Se ha visto que el invento cumple plenamente con los objetivos propuestos.

De hecho, el invento es un aparato o mecanismo de movimiento cinemático en el que la fuerza que en motores de pistones recíprocos tiende a impulsar los pistones contra las paredes laterales del cilindro, causando así pérdidas por fricción y un sellado defectuoso, desaparece por completo.

30 En el ejemplo arriba citado se ha descrito un mecanismo o aparato que comprende cuatro cámaras toroidales de volumen variable y cuatro pistones rígidos por pares.

Esta disposición permite proporcionar un mecanismo en el que las cámaras de volumen variable asumen, durante una revolución, dos veces el volumen máximo y dos veces el volumen mínimo.

35 Así, por cada revolución, es posible proporcionar un ciclo operativo que comprende dos expansiones, para un caso en el que sería deseable expandir un líquido ya comprimido, y un ciclo completo de succión, compresión, combustión, expansión y descarga, en el caso de que el mecanismo se empleara para proporcionar el ciclo operativo de cuatro tiempos de un motor de combustión interna.

En tal aplicación, la disposición adoptada permitiría realizar el ciclo de cuatro tiempos en una sola revolución sin emplear válvulas.

40 Tal solución proporciona grandes ventajas mecánicas y constructivas dado que los puertos simples, como los de un motor recíproco de dos tiempos, serían suficientes y esto sin las desventajas que entrañan.

También se elimina por completo el paso de la captación, dado que el vaciado de la cámara de gas combustionado queda garantizado por la construcción mecánica del dispositivo.

## ES 2 467 615 T3

Así, desde un punto de visto constructivo, el mecanismo se puede considerar que comprende generalmente tres secciones distintas, a saber: la primera parte formada por las partes mecánicas que definen y contienen las cámaras de volumen variable (básicamente el cilindro, los pistones toroidales, los discos frontales y los elementos selladores).

5 La segunda se compone de las partes mecánicas que hacen que el volumen de la cámara cambie cíclicamente (bielas, levas y cojinetes de bolas).

La tercera está formada por las partes mecánicas diseñadas para transmitir al eje el movimiento del pistón (tales como bielas y cigüeñal acoplado al eje del motor).

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de movimiento cinemático sin componentes recíprocos, adaptado para transformar las variaciones de presión de un líquido que opera en cámaras toroidales de volumen cíclicamente variable (8) en trabajo mecánico sobre un eje giratorio, dicho aparato se compone de un cilindro (1), pistones giratorios (4) en dicho cilindro (1), dichos pistones contienen ejes de pistón (6), dicho cilindro (1) incluye una camisa coaxial (2) sobre la cual se deslizan los elementos prismados selladores del pistón (3), dichos pistones giratorios (4) tienen cada uno la forma de un sector sustancialmente circular, cada sector circular de pistón queda delimitado por dos elementos de disco frontales (5), incluido ranuras alargadas (7) por las que atraviesan dichos ejes de pistón (6), permitiendo que dichos pistones sean impulsados mutuamente los unos hacia y desde los otros para cambiar el volumen de dichas cámaras (8), el movimiento de los pistones se transmite de dichos ejes de pistón (6) a una palanca de biela (13), incluido bielas que pasan por cojinetes (14) que ruedan por una pared interior de una leva (15) controladora de la norma de movimiento del pistón, causando que la velocidad giratoria alrededor de un eje de cada pistón cambie cíclicamente, caracterizado por que dichos cojinetes (14) tienen ejes portantes que soportan los pernos pivotantes (20) cada uno de los cuales transmite un movimiento recibido por dichos pistones a una primera (16) y segunda (17) biela acoplada pivotantemente, dicha segunda biela (17) a su vez pivota con un elemento cigüeñal (18) rígido con un eje de un motor (19).

2. Un aparato conforme a la reivindicación 1, que se caracteriza por que dicha palanca de biela se compone de elementos conectores, directamente ensamblados sobre dicho cigüeñal (18) y que incluye un zapato respectivo directamente ensamblado en dicho perno pivote (20).

3. Un aparato conforme a la reivindicación 1, que se caracteriza por que la primera y segunda biela (16 y 17) están dispuestas en direcciones opuestas la una a la otra de manera que conectan alternando y mutuamente cada perno de dicho cigüeñal (18) a dichos cojinetes (14).

4. Un aparato conforme a la reivindicación 1, que se caracteriza por que dicha norma de movimiento del pistón de la leva que controla la leva tiene perfiles de leva activos continuamente variables, lo que permite que la norma de movimiento de dicho pistón cambie conforme a un conjunto de patrones cambiantes, para adaptar las características cinemáticas del aparato a los requisitos del ciclo operativo del motor que se ha de realizar, sustituyendo la superficie activa de la leva con un envoltorio de sus tangentes sin interrumpir la operación de dicho aparato.

5. Un aparato conforme a la reivindicación 1, que se caracteriza por que dicha leva tiene un perfil de leva definido por la fórmula:

$$x = r \cos \frac{\alpha}{2} \pm \sqrt{a^2 - r^2 \operatorname{sen}^2 \frac{\alpha}{2}}$$

donde x es la distancia de un punto de leva desde un eje del aparato, r es el radio de la circunferencia que sigue un eje del pistón móvil, a es el largo de una línea que une los extremos respectivos de x y r; y  $\alpha$  es un ángulo incluido entre los radios que une dicho eje del aparato y los ejes de dos pistones contiguos.

6. Un aparato conforme a la reivindicación 1, **que se caracteriza porque** dicho líquido se suministra mediante puertos suministradores de líquido que descubren dichos pistones durante su movimiento giratorio dentro de dicho cilindro.

7. Un aparato conforme a la reivindicación 1, **que se caracteriza porque** dichos elementos selladores de pistón contienen elementos selladores paralelepípedos.

8. Un aparato conforme a la reivindicación 1, **que se caracteriza porque** dichos pistones giratorios tienen caras radiales que no son planas.

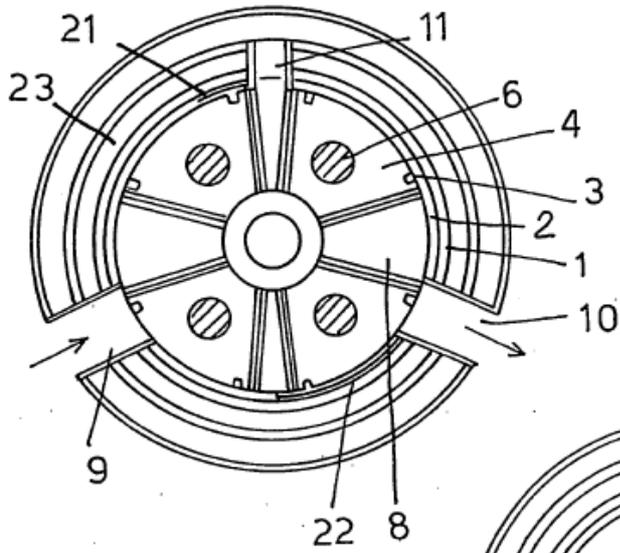


FIG 1

FIG 2

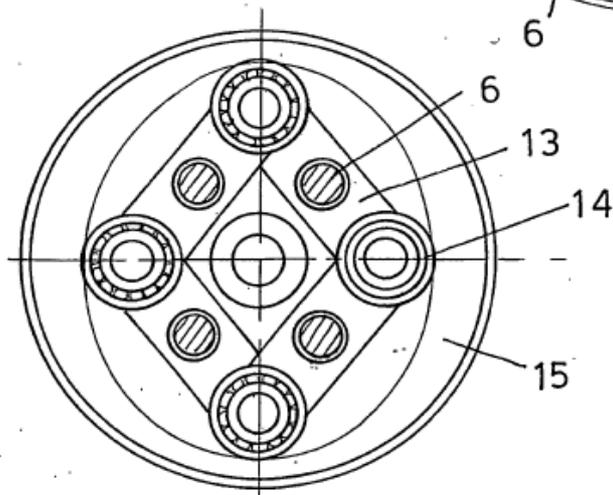
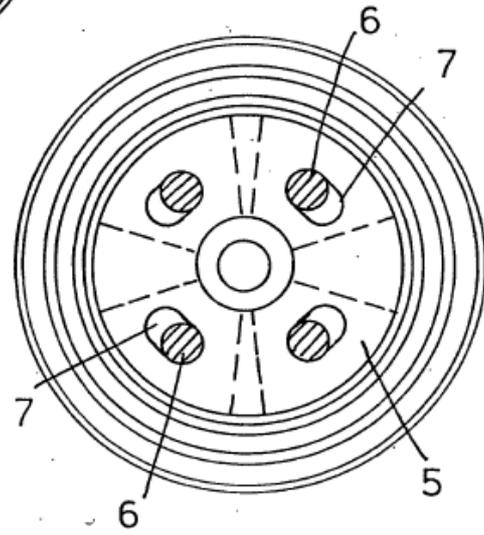


FIG 3

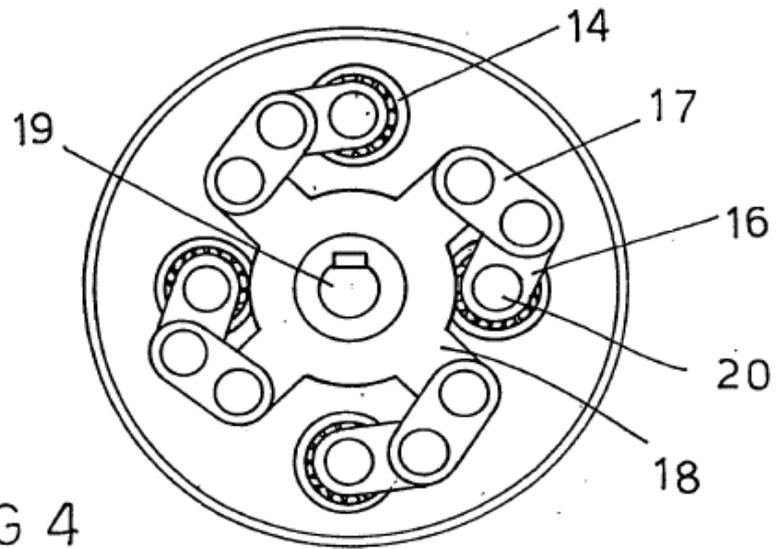


FIG 4

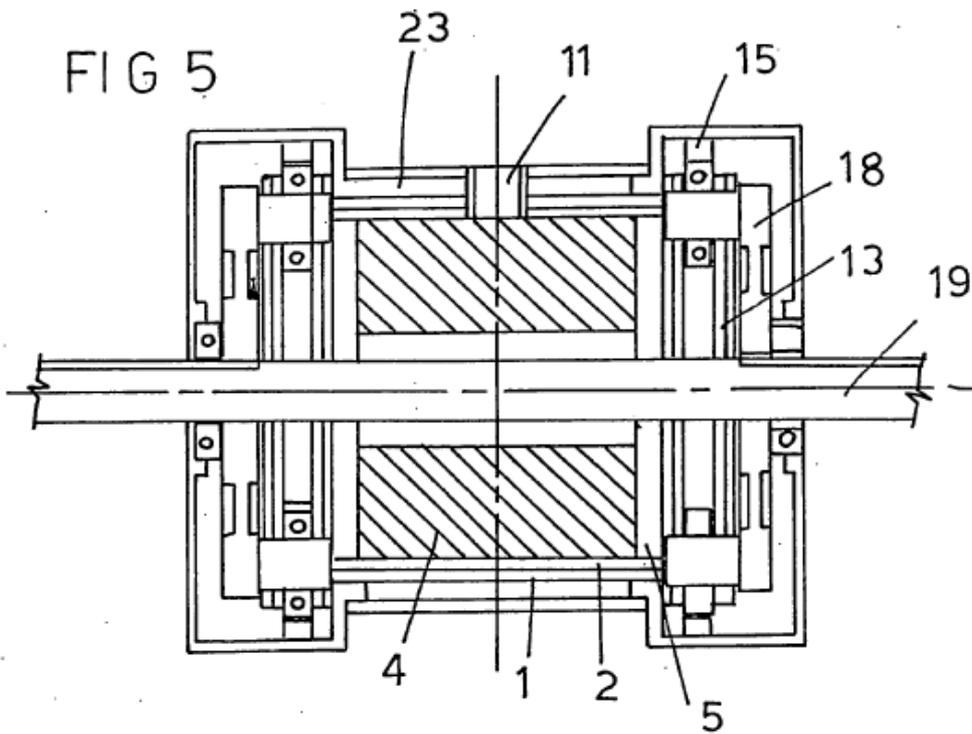


FIG 5

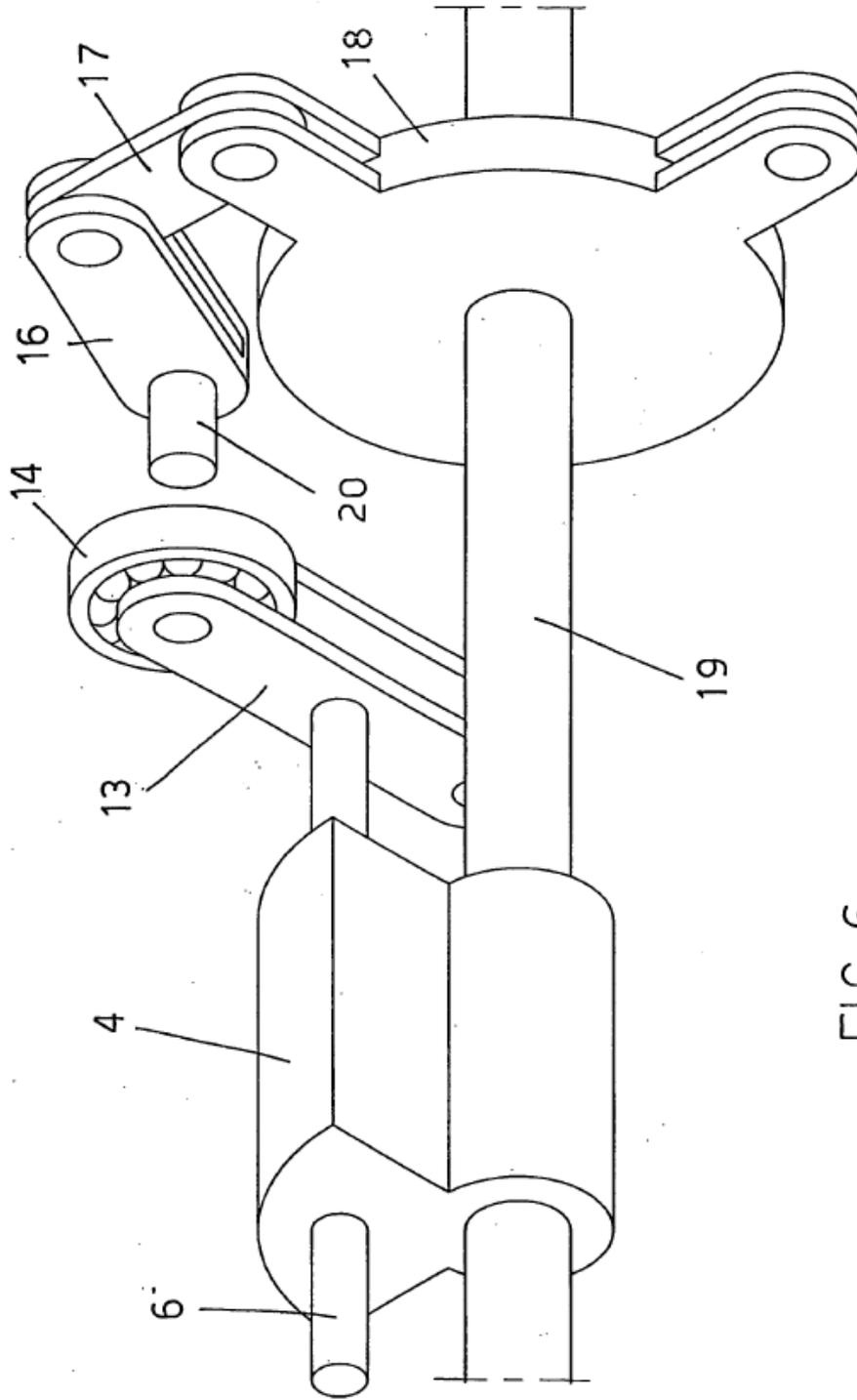


FIG 6

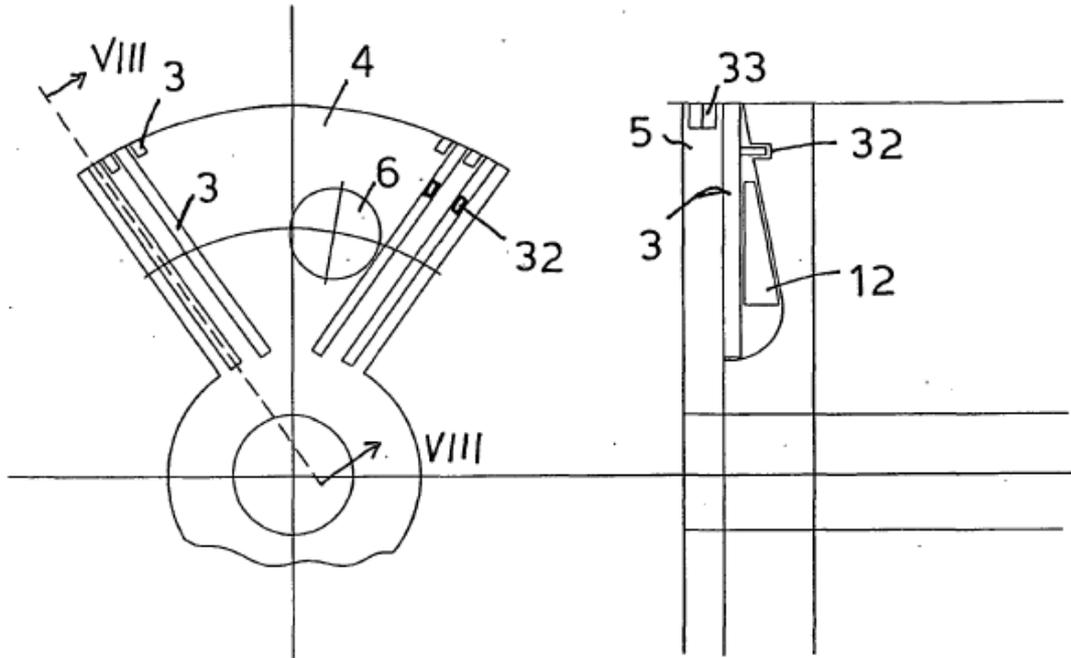


FIG 7

FIG 8

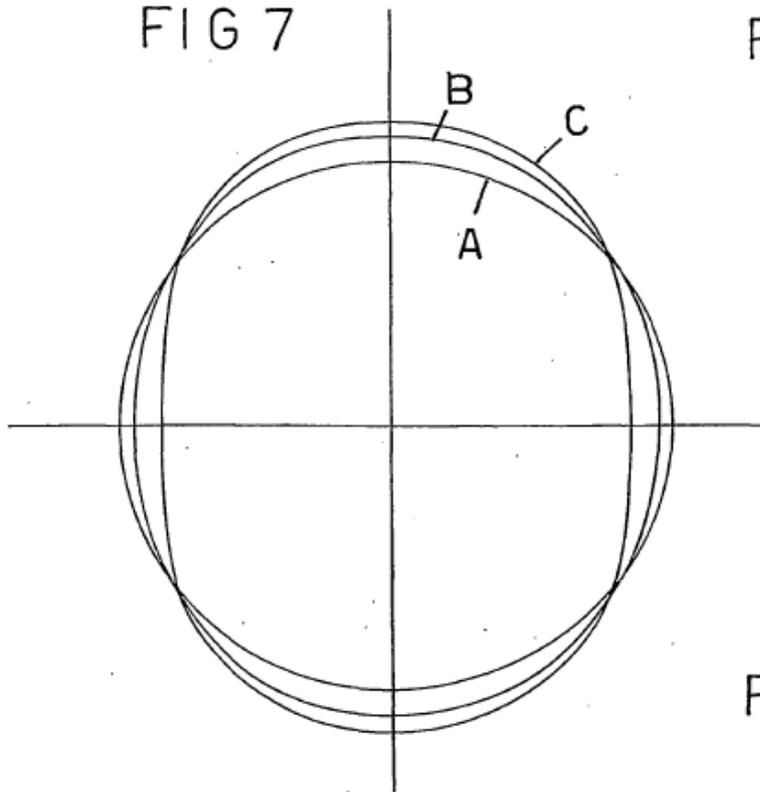


FIG 9

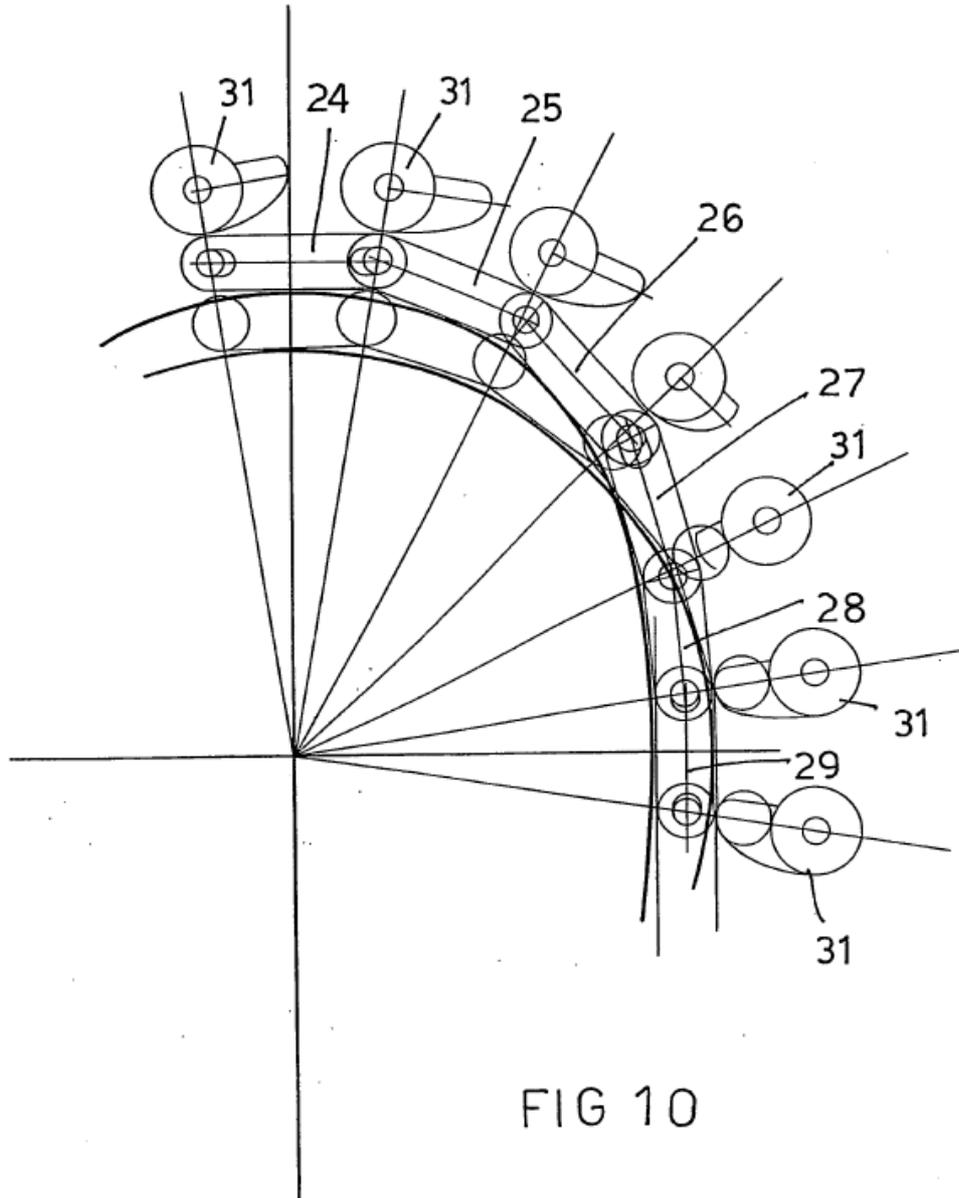


FIG 10



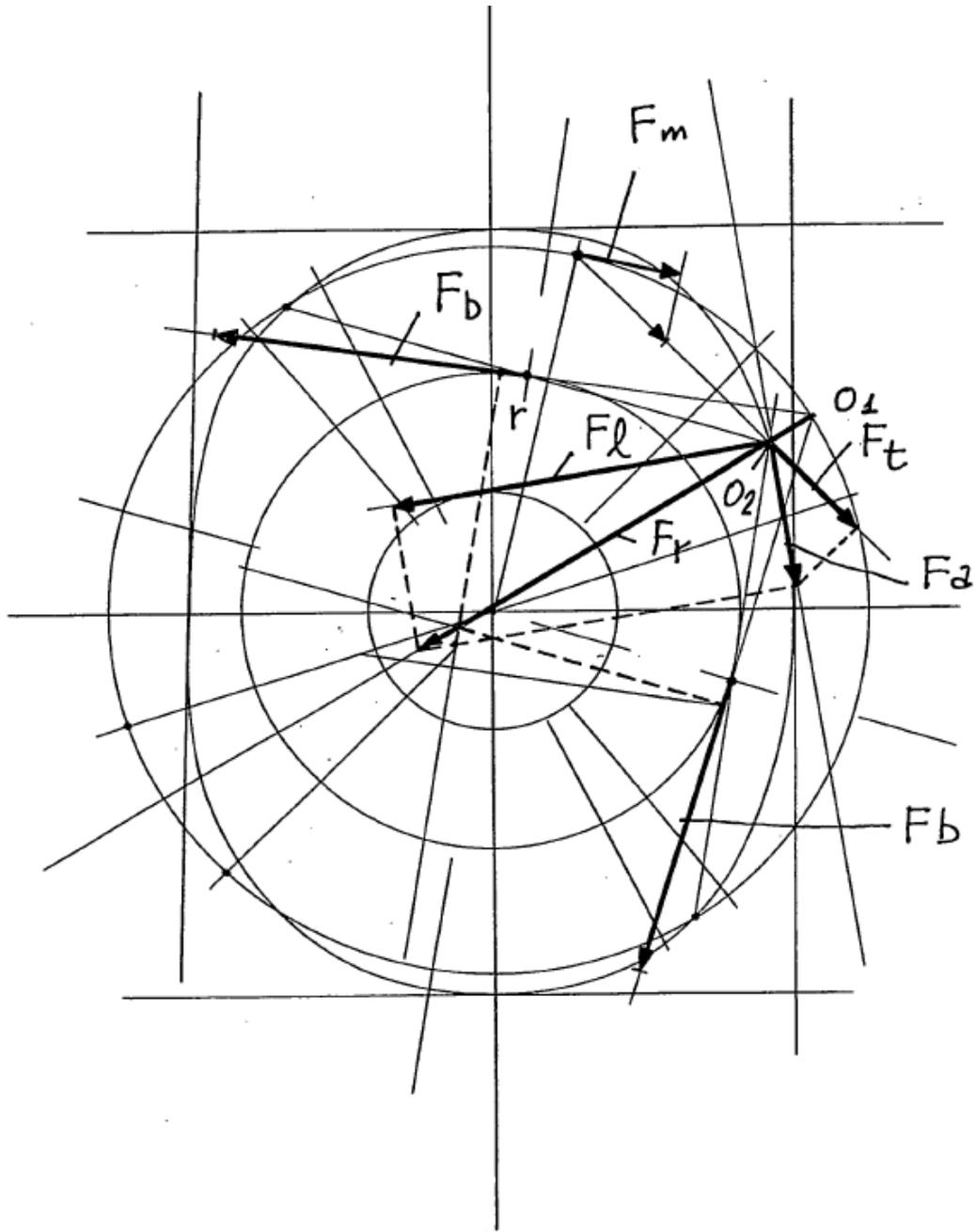


FIG 12