

360974

P.- 40.104

Memoria descriptiva

24 DIC. 1968

24



para solicitar PATENTE DE INVENCION

por 20 años

a nombre de ANTON BRAUN

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en 6421 Warren Avenue South, Minneapolis, Min-  
nesota, Estados Unidos de América.

por: "UN DISPOSITIVO SINCRONIZADOR DE LOS PISTONES LIBRES  
DE UN MOTOR DE PISTONES LIBRES" (Clase Internacional  
F01b F01k)

5.12.68

- 1 -

24 DIC.



### Antecedentes de la invención

Esta invención se refiere a un motor de pistones libres, compacto y de poco peso, así como a unos sincronizadores perfeccionados para sincronizar el movimiento de los pistones en los motores de dicho género.

En general, los motores de pistones libres vienen incluyendo un par de pistones opuestos y alineados en sentido axial, que pueden moverse en vaivén dentro de un cilindro, ideados y dispuestos en éste de modo que definen una cámara de combustión entre los pistones y una cámara de compresión a cada extremo del cilindro. Para lograr unas características de trabajo óptimas, se vienen utilizando en los motores de pistones libres diversos medios para sincronizar el movimiento de vaivén de los pistones, medios que incluyen una diversidad de disposiciones de elementos de articulación o enlace, cremalleras y piñones.

Una de las ventajas principales de los motores de pistones libres reside en que, teóricamente, puede reducirse el peso y el tamaño global de estos motores, en comparación con el peso y el tamaño de un motor de combustión interna del tipo usual de cigüeñal, de la misma clase o igual potencia de salida y que trabaje con las mismas velocidades de pistón. Esta reducción de peso y de tamaño es posible porque muchos de los esfuerzos y de los momentos de fuerza desarrollados en los motores de combustión interna del tipo usual de cigüeñal, al transformar los esfuerzos alternativos de vaivén de los pistones en trabajo útil de salida, no tienen que estar presentes en los motores de pistones libres, debido a su propio diseño.

Ahora bien, a pesar de su ventaja teórica en ta-



maño y en peso, el éxito de la explotación comercial de estos motores de pistones libres viene siendo entorpecido por un número de problemas que comprenden el hecho de que, por una u otra razón, los motores de pistones libres existentes en el mercado, anteriores a esta invención, y en especial los compresores de pistones libres, no vienen siendo apreciablemente más ligeros de peso o más reducidos de volumen que los motores de combustión interna comparables del tipo de cigüeñal. Uno de estos problemas reside en el diseño y disposición de los sincronizadores que hasta ahora se han venido usando.

En el pasado, el sincronizador de los motores de pistones libres se solía colocar junto al cilindro, en un lugar inmediato a la cámara central de combustión. Además en los motores de pistones libres en los que se utilizaban los llamados pistones "escalonados", el sincronizador se venía colocando frecuentemente en el volumen anular definido por los diámetros exteriores de las partes más grandes de compresor y de las partes más pequeñas de combustión de los pistones escalonados.

Si bién el hecho de situar el sincronizador en el volumen anular, o por lo menos junto al costado del motor, parecía que proporciona la disposición más compacta y por lo demás ventajosa, la experiencia demostró que, estando el sincronizador colocado de ese modo, resultaba difícil proyectar un sistema satisfactorio de conductos de admisión y de escape para la cámara central de combustión del motor. Así, en la práctica, existían importantes restricciones de diseño impuestas tanto en el proyecto del sincronizador como en el proyecto del sistema de conductos. Además, estan-

24 D



do el sincronizador colocado junto al costado del cilindro, la anchura y/o altura globales del motor se aumentarán más allá de lo que, por lo demás, sería necesario para el cilindro y las demás partes componentes del motor.

5 El problema del proyecto y disposición de los sincronizadores para motores de pistones libres se complica además por el hecho de que, en años recientes, se ha mejorado el rendimiento de los motores de pistones libres, y en especial el de los gasificadores de pistones libres, mediante el recurso de aumentar la relación de compresión en 10 la parte de compresión del motor. Como consecuencia, se han reducido las partes de mayor diámetro de los pistones escalonados, en relación con el diámetro exterior de la parte de combustión del pistón escalonado, lo cual reduce de 15 modo correspondiente el volumen anular en el que pueden colocarse el sincronizador y los conductos de admisión y de escape.

Para superar este problema, en uno de los motores de pistones libres, de la técnica ya conocida, se incluía 20 un sincronizador situado radialmente hacia fuera a partir del diámetro exterior de la parte de compresor del motor, y que iba conectado a los conjuntos de pistones por medio de bielas o varillas que sobresalían de los extremos del motor. Ahora bien, este motor es más grande y más pesado 25 que los motores anteriores de pistones libres, de la misma clase.

En otros motores de pistones libres, este problema se ha superado al menos en parte utilizando enlaces o articulaciones de sincronizador asimétricas en el volumen; 30 es decir, colocando el sistema articulado del sincronizador



sólo en uno de los lados del motor, y no simétricamente a  
ambos lados del motor. Si bién esta disposición permite  
utilizar una mayor parte del volumen anular para los con-  
ductos de admisión y de escape, resulta extremadamente difícil  
5 en la práctica utilizar sincronizadores asimétricos en mo-  
tores, en los cuales haga falta que el sincronizador trans-  
mita fuerzas apreciables de un conjunto de pistones al o-  
tro.

Otro problema de proyecto de los motores de pis-  
tones libres reside en que, en algunos motores, es preciso  
10 transmitir a través del sincronizador esfuerzos relativa-  
mente grandes, lo que hace que el sincronizador tenga que  
ser de construcción relativamente pesada. Además de aumen-  
tar el tamaño y el peso del motor, estos sincronizadores  
15 más pesados disipan también en rozamientos una parte apre-  
ciable de la energía de salida del motor, que de no ser  
por ello podría aprovecharse, y reducen de ese modo el ren-  
dimiento global del motor.

#### Resumen de la invención

20 En breves términos, el motor de pistones libres,  
nuevo y perfeccionado, de la presente invención supera los  
problemas arriba mencionados, asociados a la sincronización  
del movimiento de los pistones en un motor de pistones li-  
bres, al propio tiempo que logra una apreciable reducción  
25 en el peso y las dimensiones generales del motor. Una for-  
ma preferida de ejecución de un motor perfeccionado confor-  
me a este invento incluye una caja o envolvente en la que  
están formados los cilindros coaxiales de motor y compresor  
En el cilindro de motor va colocado un pistón de motor con  
30 movimiento de vaivén en el interior de aquél, y en el cilin



dro de compresor van colocados, con movimiento de vaivén en el mismo, dos pistones de compresor; estando el pistón de motor y el pistón de compresor adyacente interconectados de manera que ambos pistones se mueven conjuntamente como una unidad. En el cilindro de motor hay formada una cámara de combustión entre la cara exterior del pistón de motor y la extremidad exterior cerrada del cilindro de motor, y en el cilindro de compresor hay formada una cámara de compresor entre las caras internas de los pistones de compresor. El movimiento de los pistones en los cilindros viene controlado por un sincronizador singular y nuevo en su género, que reduce apreciablemente la pérdida de energía debida a rozamiento, al transmitir las fuerzas instantáneas diferenciales que actúan sobre los pistones.

El sincronizador es un conjunto unitario extremadamente compacto, que no aumenta la anchura ni la altura globales del motor, aún cuando puede llegar a aumentar ligeramente la longitud total del motor. Este sincronizador incluye un árbol axil fijado por uno de sus extremos a la cara interna del pistón de compresor que va conectado al pistón de motor. El otro extremo de este árbol penetra en el otro pistón de compresor y sobresale a través del mismo. Las demás partes componentes del sincronizador están dispuestas simétricamente en torno al eje central longitudinal del árbol, e incluyen unas cremalleras primera y segunda montadas, dorso con dorso, en el otro extremo del árbol. Los dientes de las cremalleras primera y segunda engranan con los dientes de unos piñones primero y segundo, respectivamente, montados a rotación en la caja o envolvente del motor. Hay unas cremalleras tercera y cuarta soportadas



5 por un miembro de bastidor fijado y montado en el otro pistón de compresor, y colocadas de manera que los dientes de las cremalleras tercera y cuarta engranan respectivamente con los dientes de los piñones primero y segundo. El miembro de bastidor incluye un par de miembros de pared que soportan las cremalleras tercera y cuarta y que están situados junto a los lados de las cremalleras primera y segunda y de los piñones primero y segundo. Las cremalleras tercera y cuarta están soportadas de manera que no existe movimiento relativo entre las cremalleras tercera y cuarta ni entre las cremalleras y el miembro de bastidor, y para que no haya contacto cooperativo deslizante entre estas cremalleras y unas superficies fijas cualesquiera contiguas. Mediante esta disposición de las cremalleras y los piñones, las fuerzas normales importantes que resulten del engrane de los dientes de las cremalleras y los piñones no originan, ni pueden hacerlo, pérdida alguna de energía por rozamiento, ya que no existe contacto alguno de deslizamiento entre las cremalleras del sincronizador y ningún otro miembro relativamente fijo, y puesto que estas fuerzas están completamente equilibradas en el sincronizador.

25 La mayoría de los elementos componentes del motor son de tipo normal, fácilmente obtenible en el mercado, lo cual contribuye a una amplia aceptación pública del motor, así como a reducir el coste del motor. Asimismo, el proyecto y construcción del motor son tales que éste resulta capaz de dar un servicio confiable, y relativamente duradero, con un mínimo de entretenimiento.

30 Por consiguiente, uno de los principales objetos de la presente invención reside en un motor de pistones li-



5        bres perfeccionado, apreciablemente más ligero que los mo-  
tores de pistones libres obtenibles en el mercado y que  
los motores de combustión interna de la misma clase y del  
tipo usual de cigüeñal, y en el que se utiliza un medio  
único y singular para sincronizar el movimiento de los ém-  
bolos.

10        Otro objeto de la presente invención reside en  
un motor de pistones libres, práctico y comercialmente a-  
ceptable, capaz de dar un servicio prolongado y de gran  
rendimiento, motor en el que las paredes del cilindro com-  
prenden los miembros primarios de sustentación estructural,  
o de bastidor del motor, de tal modo que se reduce al míni-  
mo el peso y las dimensiones generales del motor mediante  
el recurso de reducir la estructura del motor lo más posi-  
ble a sus elementos termodinámicamente necesarios. Es ob-  
15        jeto afín de la presente invención el de habilitar un motor  
de pistones libres perfeccionado que resulta relativamente  
económico de fabricar y da un servicio relativamente exen-  
to de dificultades, con un mínimo de entretenimiento, y que  
además puede montarse o desmontarse con rapidez y facilidad.

20        Otro objeto de la presente invención reside en un  
motor de pistones libres perfeccionado que incluye un pis-  
tón de motor y un par de pistones de compresor, estando el  
pistón de motor y el pistón de compresor contiguo interco-  
25        nectados de modo que se mueven juntos como una unidad; que  
incluye una cámara de combustión formada a uno de los extre-  
mos del motor, y una cámara de compresor formada entre los  
pistones de compresor; y que tiene un medio único y singu-  
lar de sincronizar el movimiento de los pistones situados  
30        junto al otro extremo del motor. Este nuevo sincronizador



5 incluye un árbol conectado por uno de sus extremos con el conjunto de pistones de motor-compresor, y que penetra en el otro pistón de compresor atravesándolo, así como medios de interconectar el extremo saliente del árbol y el otro pistón de compresor. Es objeto afín del motor de esta invención un sincronizador único en el que los medios de interconexión del árbol con el otro pistón de compresor pueden adoptar un número de formas diversas.

10 Otro objeto más de la presente invención reside en un sincronizador perfeccionado, para sincronizar el movimiento de los conjuntos de pistones en un motor de pistones libres, sincronizador que incluye un árbol conectado por uno de sus extremos con uno de los conjuntos de pistones, y dotado de unas cremalleras primera y segunda montadas a uno de sus extremos; unos piñones primero y segundo montados a rotación en la envolvente del motor junto a las cremalleras primera y segunda, respectivamente, de modo que los dientes de los piñones engranan con los dientes de las cremalleras contiguas; y medios de bastidor montados en el otro conjunto de pistones y que soportan unas cremalleras tercera y cuarta dispuestas de manera que los dientes de las cremalleras tercera y cuarta engranen también con los dientes de los piñones primero y segundo, respectivamente. Los medios de bastidor incluyen un par de miembros de pared que soportan las cremalleras tercera y cuarta y están situados junto a los lados de las cremalleras primera y segunda y de los piñones primero y segundo, sosteniendo dichos medios las cremalleras tercera y cuarta de modo que no haya movimiento relativo entre estas cremalleras, o entre ellas y los medios de bastidor, y de modo que no haya contacto

15  
20  
25  
30



deslizante entre estas cremalleras y cualesquiera superficies relativamente fijas adyacentes, con lo cual las fuerzas normales resultantes de la aplicación o engrane de los dientes de las cremalleras y los piñones no dan lugar a pérdidas de energía apreciables, debidas al rozamiento. Es objeto afín de la presente invención un sincronizador perfeccionado, del tipo descrito, en el que puede haber un movimiento relativo entre las cremalleras primera y segunda y los piñones, y entre las cremalleras tercera y cuarta y los piñones.

Otro objeto de la presente invención reside en un sincronizador perfeccionado para sincronizar el movimiento de los pistones en un motor de pistones libres, sincronizador que comprende un árbol conectado a uno de los pistones opuestos en sentido axial, y que se extiende entrando y atravesando el otro pistón, habiendo unos medios de enlace de articulación, con una pluralidad de bielas o piezas de enlace relativamente movibles, colocados en posición en el extremo del motor primeramente mencionado para interconectar el extremo saliente del árbol y el otro émbolo.

Otro objeto más de la presente invención reside en un sincronizador perfeccionado para un motor de pistones libres, en el que se utilizan medios de transmisión hidráulicos para mover los pistones axialmente opuestos del motor en sentidos contrarios dentro del cilindro del motor, y transmitir de un pistón a otro las fuerzas instantáneas diferenciales que actúan sobre los pistones.

Otro objeto de la presente invención reside en un motor de pistones libres perfeccionado, que comprende una pluralidad de cilindros de motor, cada uno de los cuales



5

lleva colocado un par de pistones axialmente opuestos, con movimiento alternativo o de vaivén en su interior, motor en el que un sincronizador perfeccionado de la presente invención sincroniza los movimientos de todos los pistones del motor.

10

Otro objeto más del presente invento reside en un motor de pistones libres perfeccionados que puede incluir medios de pared situados en posición entre los pistones opuestos de la sección de compresor del motor para mejorar el rendimiento volumétrico de la sección de compresor y permitir que esta última se proyecte o diseñe esencialmente con independencia del proyecto del resto del equipo.

15

Un objeto afín de esta invención reside en un motor de pistones libres perfeccionado que posee medios diversos, nuevos en su género, para producir la evacuación o barrido de la sección de combustión del motor, y para habilitar cámaras de rebote.

20

Estos y otros objetos y ventajas de la presente invención se irán desprendiendo de la siguiente descripción de las formas preferidas de realización de este invento, descritas en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

Descripción de los dibujos

25

- la figura 1 es una vista en sección recta vertical de una forma de ejecución del motor de pistones libres perfeccionado de la presente invención, representándose algunas partes del motor desprendidas y otras en alzado, y los conjuntos de pistones en un extremo de su carrera;

30

- la figura 2 es una vista en sección recta del motor, tomada por la traza 2-2 de la fig. 1;

24 DIC 

- la figura 3 es una vista en sección recta del motor, tomada por la traza 3-3 de la fig. 1;

- la figura 4 es una vista en sección recta del sincronizador, tomada por la traza 4-4 de la fig. 1;

5 - la figura 5 es una vista en sección recta vertical de la extremidad de combustión de otra forma de ejecución del motor del presente invento, tomada la sección a lo largo del eje central longitudinal del motor, y que representa otra disposición para evacuar la cámara de combustión del motor;

10 - la figura 6 es una vista en sección recta vertical de la extremidad de combustión de otra forma distinta de realización del motor del presente invento, tomada la sección a lo largo del eje central longitudinal del motor, y que representa otra disposición distinta para evacuar o barrer la cámara de combustión del motor;

15 - la figura 7 es una vista en sección recta del sincronizador y de otra forma de ejecución del presente invento, tomada la sección a lo largo del eje central longitudinal del motor, y viéndose en ella una cámara de rebote formada entre la parte de compresor del motor y el sincronizador;

20 - la figura 8 es una vista esquemática en sección recta de la parte de compresor de otra forma diferente de ejecución del motor del presente invento, tomada la sección a lo largo del eje central longitudinal del motor, y viéndose en ella una cámara situada entre los conjuntos de pistones opuestos de la parte de compresor;

25 - la figura 9 es una vista en sección recta esquemática de la parte de compresor de otra forma más de



5 ejecución del motor del presente invento, tomada la sección por el eje central longitudinal del motor, siendo esta forma de ejecución semejante a la de la figura 8 excepto en que entre los conjuntos de pistones opuestos de la parte de compresor hay una pared, en vez de una cámara;

- la figura 10 es una vista en sección recta vertical de otro sincronizador mecánico perfeccionado que puede utilizarse con los motores de la presente invención;

10 - la figura 11 es una vista en sección recta vertical de un sincronizador hidráulico que puede utilizarse con los motores de la presente invención;

- la figura 12 es una vista en sección recta tomada por la traza 12-12 de la fig. 11;

15 - la figura 13 es una vista en sección recta esquemática de la parte de compresor y el sincronizador de otra forma de ejecución del motor del presente invento, motor que incluye una pluralidad de cilindros de motor y un sincronizador similar en general al indicado en la fig. 1;

20 - la figura 14 es una vista esquemática en sección recta de otra forma más de ejecución del motor del presente invento, motor que incluye una pluralidad de cilindros de motor y un sincronizador similar en general al de la fig. 1; y

25 - la figura 15 es una vista en sección recta vertical del motor, tomada por la traza 15-15 de la fig. 14.

30 En todas las diferentes figuras de los dibujos se utilizarán los mismos números para designar las mismas partes de los diversos motores. Además, cuando aquí se empleen los términos "derecha", "izquierda", "extremo derecho" y "extremo izquierdo", se sobreentiende que estos



términos hacen referencia a la estructura representada en los dibujos, tal como se aparecería a una persona que esté mirando los dibujos.

Descripción de las formas de ejecución preferidas

5

Figuras 1 a 4 inclusive

Una de las formas de realización del motor de pistones libres del presente invento es la indicada con el número 21 en la fig. 1. El motor 21 incluye tres componentes funcionales básicos, a saber: un componente de combustión designado en general con el número 22, un componente de compresor designado en general con el número 23, y un componente de sincronismo, o sincronizador, indicado en general con el número 24.

10

15

Más concretamente, el motor 21 comprende una envolvente cilíndrica de extremo 25, una envolvente cilíndrica central 26 y una envolvente de sincronizador 27, esta de sección rectangular en general. Las envolventes de alojamiento 25 y 26 tienen respectivamente formados unos taladros o ánimas coaxiales centrales 28 y 29 que se extienden recorriendo por completo las envolventes de alojamiento. En el motor representado en la fig. 1, el diámetro del ánima 28 es menor que el del ánima 29.

20

25

Dentro del extremo izquierdo 32 del ánima 28 asienta con ajuste ligero una culata o cabeza de cilindro 31 que lo cierra. La culata 31 y la envolvente de extremidad 25 están ambas fijadas al extremo 33 de la izquierda, terminado en brida, de la envolvente central, 26, por medio de una pluralidad de espárragos roscados o tirantes de unión 34.

30

El extremo izquierdo 35 dotado de brida de la en-



5           volvente 27 del sincronizador está sujeto al extremo dere-  
cho 36 dotado de brida de la envolvente central 26, por  
medio de tornillos 37. Una placa de cubierta 38 cierra  
el extremo derecho abierto 39 de la envolvente 27 del sin-  
cronizador, y va sujeta al extremo 39 por medio de torni-  
llos 41.

10           Así, en vista de lo expuesto en cuanto a estruc-  
tura, es evidente que el motor 21 puede desmontarse por  
completo recurriendo sencillamente a quitar los tornillos  
34, 37 y 41.

15           Para permitir la refrigeración del motor, se for-  
man en las envolventes 25 y 26 unas cámaras o cavidades de  
refrigeración respectivas 42 y 43, anulares en general, a  
través de las cuales pueden hacerse circular los refrige-  
rantes. Como con el motor 21 pueden emplearse sistemas u-  
suales de circulación de refrigerante, no se considera ne-  
cesario ilustrar en los dibujos ni describir aquí más deta-  
lles del sistema de refrigeración del motor.

20           En las ánimas 28 y 29 va colocado, con movimien-  
to alternativo o de vaivén, un conjunto de pistones indica-  
do en general con el número 44. El conjunto de pistones  
44 incluye un pistón 45 situado en el ánima 28 y un pistón  
46 situado en el ánima 29. Los pistones 45 y 46 pueden ser  
de diseño y construcción usuales, e incluir unos aros de  
25           piston que impidan el escape de gases entre los pistones  
y sus ánimas de cilindro respectivas durante el movimiento  
de vaivén de los pistones. Una varilla o vástago de cone-  
xión 47, que se extiende desde la cara interior 48 del pis-  
tón 45 hasta la cara exterior 49 del pistón 46, interconec-  
30           ta los pistones 45 y 46 de manera que ambos se mueven juntos



en el motor, formando un conjunto unitario, o unidad.

En el ánima 29 va colocado, con movimiento alternativo o de vaivén, un segundo conjunto de pistones 51 que incluye un pistón 52 similar en general, en construcción y en diámetro, al pistón 46. Ahora bien, por las razones que más adelante se explican, el pistón 52 lleva formada una abertura axial 53. En un surco practicado en torno a la periferia de la abertura 53 va montado un anillo o junta usual 54 de cierre hermético.

La cara exterior 55 del pistón 45 y la culata 31 del cilindro, en unión del ánima 28, definen una cámara de combustión interna 56. En el motor 21, se produce la combustión de una mezcla de aire y combustible en la cámara 56, a consecuencia de la compresión del aire o de la mezcla de aire y combustible entre la cara exterior 55 del pistón 45 y la culata 31, con arreglo a los principios de funcionamiento de los motores de combustión interna usuales. En el caso de un motor diesel, la culata 31 lleva un inyector usual 57 de combustible que comunica con la cámara 56. Naturalmente, la combustión de la mezcla de aire y combustible en la cámara 56 puede efectuarse también utilizando una bujía usual, y el acostumbrado sistema de encendido correspondiente.

Con referencia a las figs. 1 y 2, el aire a presión se introduce en la cámara 56 por una o más lumbreras de admisión, una de las cuales se representa en 58, dándose escape a los gases calientes de la combustión desde la cámara 56 por una lumbrera de escape 59. Las lumbreras 58 y 59 están dispuestas, respecto a la cámara 56, de manera que la cámara 56 sea "barrida" o "evacuada en bucle" duran-



te el funcionamiento normal del motor 21. La circulación a través de las lumbreras 58 y 59 está controlada por el pistón 45.

5 En el envolvente 25 hay formada una cámara de aire de barrido 61, de forma anular en general, con la cual comunica la lumbrera de admisión 58 de modo que cuando el pistón 45 no está bloqueando la lumbrera 58, el aire procedente de la cámara 61 atraviesa la lumbrera 58 entrando en la cámara 56, como se explica con mayor detalle más adelante.

10

Hay una segunda cámara de aire 62 definida por la cara interior 48 del pistón 45 y la cara exterior 49 del pistón 46, en unión del ánima de cilindro 29. Al interior de la cámara 62 se aspira el aire a través de una válvula de tipo usual unidireccional, esquemáticamente representada en 63, montada en la envolvente 26, mientras el pistón 46 se mueve hacia la derecha en el ánima 29. El aire de la cámara 62 es forzado a entrar en la cámara 61 por el pistón 46, a través de válvulas unidireccionales de tipo usual, representadas esquemáticamente en 64 y 65, cuando el conjunto de pistones 44 se mueve a la izquierda a partir de la posición indicada en la fig. 1. En vista de la diferencia de diámetros de las ánimas 28 y 29, el aire se introduce en la cámara 61 a presión, desde la cámara 62. Además,

15

20

25

el volumen de las cámaras 61 y 62 y las dimensiones de las lumbreras 58 y 59 se seleccionan de modo que la presión del aire en la cámara 61 y en la lumbrera 58 sea mayor que la presión de los gases en la cámara 56, cuando el pistón 45 no esté bloqueando la lumbrera 58.

30 Con referencia ahora al componente de compresor

24



23 del motor 21, las caras internas 66 y 67 de los pistones 46 y 52 respectivamente, en unión del ánima 29, definen una cámara de compresor 68 entre dichos pistones 46 y 52. Como se ilustra en la fig. 3, se aspira aire al interior de la cámara de compresor 68 a través de un filtro de aire 69 de tipo usual y de una válvula unidireccional, representada esquemáticamente en 71, al separarse los pistones 46 y 52 uno de otro en el ánima 29. Al aproximarse entre sí los pistones 46 y 52 en el ánima 29, el aire contenido en la cámara de compresor 68 se comprime a una presión determinada y es expulsado a presión, desde la cámara de compresor, a través de una válvula unidireccional de tipo usual representada esquemáticamente en 72, y del múltiple 73.

El sincronizador 24 que forma parte componente del motor 21 está situado en general al extremo derecho del motor y, como se explica con mayor detalle más adelante, está proyectado para transmitir las fuerzas diferenciales instantáneas que actúan sobre los conjuntos de pistones, desde un conjunto de pistones al otro, con una pérdida mínima de energía por rozamiento en la transmisión de estas fuerzas.

Más concretamente, el sincronizador 24 incluye un vástago 74 asegurado por uno de sus extremos 75 a la cara interna 66 del pistón 46, y que penetra en la abertura 53 formada en el pistón 52, atravesándolo. El diámetro exterior del vástago 74 se elige de manera que impida el escape de aire entre el vástago y el pistón 52, reduciendo al mínimo al propio tiempo el rozamiento entre ambos durante el movimiento relativo entre el vástago y el pistón 52. Además, para evitar la creación de fuerzas laterales, los



ejes longitudinales centrales de las ánimas 28 y 29, los conjuntos de pistones 44 y 51 y el vástago 74 son coaxiales.

Al extremo saliente 77 del vástago 74 va conectado un mecanismo sincronizador 76. El mecanismo 76 incluye un bloque 78 de doble cremallera montado en el extremo saliente 77 del vástago 74 por medio de un pasador rescado 79 que se extiende atravesando un taladro central del bloque 78, y se atornilla al extremo 77 del vástago. El pasador 79 lleva un conjunto 80 de amortiguamiento de choques montado entre el bloque 78 y el extremo 77. El conjunto 80 incluye varios juegos o grupos de resortes 81 dispuestos unos contra otros, tales como, por ejemplo, unos muelles de tipo "Belleville". El conjunto 80 de amortiguamiento de choques permite el movimiento limitado del bloque 78, a lo largo del pasador 79, respecto al extremo 77 del vástago. El objeto de este movimiento relativo es el de permitir la absorción de todo choque o esfuerzo excesivo aplicado al mecanismo sincronizador 76, por ejemplo, durante el arranque del motor.

Con referencia ahora a las figs. 1 y 4, en las superficies superior e inferior del bloque 78 hay formadas unas cremalleras respectivas 82 y 83, de modo que los dientes de las cremalleras 82 y 83 sobresalen del bloque 78 en sentidos opuestos, esto es, esencialmente en sentido radial hacia fuera partiendo del eje central longitudinal del pasador 79 y, por tanto, del vástago 74. Las cremalleras 82 y 83 pueden ser de diseño acostumbrado, y sus dientes pueden tener un perfil de tipo usual.

Junto al bloque 78 están situados dos piñones 84 y 85, de modo que los dientes de los piñones 84 y 85 engran-



24

nan o cooperan con los dientes de las cremalleras 82 y 83, respectivamente. Los dientes de los piñones son de perfil y diseño adecuados para engranar con los dientes de las cremalleras 82 y 83. Los piñones 84 y 85 van montados en casquillos 86, a rotación en torno a unos ejes horizontales dispuestos, 87 y 88 respectivamente. Los extremos de los ejes 87 y 88 van montados en un par de soportes paralelos y verticalmente dispuestos 89 y 91, fijados a la placa 38.

Junto a los soportes 89 y 91 y paralelamente a los mismos van colocados respectivamente dos miembros de pared móviles 92 y 93. Sin embargo, no existe contacto deslizante entre estos miembros de pared y los soportes. Los miembros de pared van conectados con la cara exterior 94 del pistón 52 por medio de unas prolongaciones enterizas, una de las cuales se representa en 95, de los miembros de pared; con lo cual los miembros de pared 92 y 93 y el pistón 52 se mueven juntos como una unidad.

Hay un segundo par de cremalleras 96 y 97, montadas en los extremos superior e inferior de los miembros de pared 92 y 93 respectivos (figs. 1 y 4) y situadas entre éstos. Los dientes de las cremalleras 96 y 97 son de perfil y diseño apropiados para engranar con los dientes de los piñones 84 y 85. Las cremalleras 96 y 97 están situadas entre los miembros de pared 92 y 93 de manera que los dientes de las cremalleras 96 y 97 engranan o cooperan con los dientes de los piñones 84 y 85 respectivamente, con lo cual el movimiento del pistón 52 y, por tanto, de las cremalleras 96 y 97 en un determinado sentido hace que los piñones 84 y 85 giren. Este movimiento de rotación de los pi-



5 ñones, a su vez, mueve el bloque 78 de doble cremallera y, por tanto, el vástago 74 y el conjunto de pistones 44, en el sentido contrario. En otros términos, las cremalleras 82, 83, 96 y 97 y los piñones 84 y 85 están dispuestos de tal modo que cuando las cremalleras 96 y 97 se mueven en un determinado sentido, las cremalleras 82 y 83 se mueven en el sentido contrario, y viceversa.

10 Como más arriba se ha hecho notar, el mecanismo sincronizador 76 es capaz de transmitir fuerzas diferenciales instantáneas relativamente grandes, que actúan sobre los conjuntos de pistones 44 y 51 desde uno de los conjuntos al otro, con un mínimo de pérdidas por rozamiento. Esta pérdida mínima por rozamiento en el mecanismo sincronizador se debe a la disposición del mecanismo 76, y más especialmente a la disposición de las cremalleras 82, 83, 96 y 97 y los piñones 84 y 85, que elimina el contacto deslizante entre las cremalleras móviles y las superficies de apoyo fijas, y de ese modo hace desaparecer una de las principales causas de las pérdidas por rozamientos en los sincronizadores hasta ahora utilizados con los motores de pistones libres. En otros términos, la disposición del mecanismo 76 anula por completo el efecto de la componente normal de las fuerzas creadas por el contacto de aplicación o engrane entre los dientes de los piñones y los de las cremalleras. Además, las pérdidas por rozamiento en el mecanismo 76 se reducen también por alinearse por sí solos el bloque 78 de doble cremallera y las cremalleras 96 y 97, ya que buscan inherentemente, respecto a los piñones 84 y 85, una posición en la que las fuerzas creadas por el engrane de los dientes de los piñones con las cremalleras 82

15  
20  
25  
30

24 D



y 84 y también con las cremalleras 96 y 97 se reduzcan al mínimo.

Funcionamiento (figuras 1 a 4 inclusive)

5 El funcionamiento del motor 21 puede resumirse como sigue: En la fig. 1, los conjuntos de pistones 44 y 51 se hallan representados en su posición más interna. Aun cuando se esté expulsando aire desde la cámara de compresor 68 a través de la válvula 72, la energía en el aire comprimido que queda en la cámara 68 es suficiente para  
10 detener el movimiento de los pistones 46 y 52 hacia dentro y a continuación obligar a estos pistones a separarse de nuevo, de modo que se impide que las caras interiores 66 y 67 de los pistones 46 y 52 lleguen a tocarse entre sí. Como  
15 más arriba se ha hecho notar, a causa del mecanismo sincronizador 76, el movimiento del pistón 46 es imagen especular del movimiento del pistón 52. Al moverse los pistones 46 y 52 hacia fuera en el ánima 29, partiendo de la posición representada en la fig. 1, el pistón 45 se mueve también hacia la izquierda en el ánima 28. Al moverse el pistón  
20 45 en el ánima 28, bloquea las lumbreras 58 y 59 y comprime el aire, o la mezcla de aire y combustible, que haya en la cámara 56. La compresión del aire o de la mezcla de aire y combustible en la cámara 56 continúa hasta que el pistón 45 llegué al extremo exterior de su carrera. La  
25 combustión que tiene lugar en la cámara 56 obliga al pistón 45 y, por tanto, al pistón 46 a moverse a la derecha en las ánimas 28 y 29, respectivamente. Asimismo, debido al mecanismo 76, el émbolo 52 es obligado a moverse a la izquierda en el ánima 29. Los pistones 46 y 52 se mueven hacia dentro, acercándose el uno al otro, hasta que vuelven a adoptar la  
30



posición indicada en la fig. 1. Después, se repite una y otra vez el ciclo de trabajo arriba indicado.

5 Como antes se ha hecho notar, durante el movimiento del pistón 46 a la izquierda, se ve forzado el aire a pasar desde la cámara 62 a la cámara de aire de barrido 61, por medio de las válvulas 64 y 65. La presión del aire en la cámara 61 se aumenta de modo que cuando el pistón 45 vuelve a descubrir primero la lumbrera 59 y luego la lumbrera 58, es decir, después de la combustión en la cámara 10 56, el aire contenido en la cámara 61 barre la cámara 56. Además, cuando el pistón 46 se mueve a la derecha, se aspira aire atmosférico al interior de la cámara 62 por medio de la válvula 63.

15 Asimismo, durante el ciclo de trabajo indicado, se aspira aire atmosférico al interior de la cámara de compresión 68, a través de la válvula 71, comprimiéndose en ella y expulsándose de la cámara de compresor por medio de la válvula 72. Naturalmente, al aire comprimido expulsado de la cámara de compresor 68 puede utilizarse de un modo 20 cualquiera.

Como más arriba se ha hecho notar, una de las ventajas del motor de pistones libres perfeccionado de esta invención es que puede lograrse un funcionamiento esencialmente sin vibraciones. Ahora bién, el funcionamiento 25 sin vibraciones sólo es posible cuando la suma del producto de la masa del conjunto de pistones 44, el vástago 74 y el bloque 78 por la distancia que recorren estos elementos en su movimiento, más el producto de la masa del conjunto de pistones 51, los miembros de pared 92 y 93 y las cremalleras 96 y 97 por la distancia que estos elementos recorren 30



5 en su movimiento, es igual a cero. En otros términos, la masa de los elementos que se mueven en un determinado sentido en el motor, multiplicada por la longitud de su carrera, debe igualar a la masa de los elementos que se mueven en el sentido contrario, multiplicada por la longitud de su recorrido. En el caso más común, las masas de los dos elementos que se mueven en sentidos contrarios serán iguales, e iguales las longitudes de su recorrido; pero naturalmente, esto no es necesario.

10 Finalmente, es de notar que se ha construido y hecho funcionar ya, con caracter experimental, un motor tal como el representado en las figs. 1 a 4 inclusive. Este motor tiene una longitud global de 89 cm, medida entre los miembros correspondientes a la culata 31 del cilindro y la placa 38, y una anchura máxima de 20,3 cm y una altura máxima de 25,4 cm, medidas en la sección recta ilustrada en la fig. 3. El peso total del motor es aproximadamente de 72,6 kg, sin incluir los instrumentos de prueba montados en ese momento en el motor. La salida medida del componente de compresor del motor dio aproximadamente 2265 litros por minuto, con el motor marchando a menos de 1800 ciclos por minuto.

20 Disposición alternativa de barrido del motor (fig. 5).

25 El motor 98 es idéntico al 21, en estructura y modo de trabajo, con la salvedad de haberse colocado en él otra disposición de barrido o evacuación. Esta otra disposición de barrido puede utilizarse para mejorar el rendimiento del motor mediante el recurso de reducir la cantidad de trabajo de barrido que deben efectuar los pistones 45 y 46 durante el tiempo que invierten en pasar a la derecha y a

30



la izquierda, respectivamente.

5 En el motor 21, una vez que el pistón 45 bloquea la lumbrera 58, el pistón 46 debe trabajar venciendo la presión que se está acumulando en las cámaras 61 y 62 a medida que el conjunto de pistones 44 continúa moviéndose hacia la izquierda. Este trabajo tiende a reducir el rendimiento del motor 21 en el grado en que la presión del interior de la cámara 61 tenga que subir por encima de la mínima teórica necesaria para el barrido.

10 A fin de mejorar el rendimiento, la envolvente 25 del motor 98 incluye una pared 99 que se extiende entre las ánimas 28 y 29 y bloquea la comunicación entre ellas. La pared 99 tiene una abertura central 101 a través de la cual sobresale el vástago 47. Un anillo de junta o cierre hermético 102 previene la fuga de aire entre el vástago 47 y la abertura 101 durante el movimiento relativo entre el vástago y la pared 99.

15 La pared 99 y la cara interior 48 del pistón 45, en unión del ánima 28, definen una cámara 103. En la pared 20 99 hay montadas unas válvulas unidireccionales, esquemáticamente representadas en 104 y 105, que permiten el paso de aire desde la cámara 62 a la cámara 103. En la envolvente 25 hay también montadas unas válvulas unidireccionales, esquemáticamente representadas en 106 y 107, que permiten el paso de aire desde la cámara 103 a la cámara 61. 25 Como en el motor 21, se aspira aire atmosférico al interior de la cámara 62, a través de la válvula unidireccional 63.

30 El funcionamiento de esta disposición de barrido es como sigue: Al moverse el conjunto de pistones 44 hacia la derecha, es aspirado aire al interior de la cámara 62,



a través de la válvula unidireccional 63, como en el motor 21. Ahora bién, al moverse hacia la izquierda el conjunto de pistones 44 y, más especialmente, el pistón 46, el aire de la cámara 62 se ve forzado a pasar a la cámara 103 a través de las válvulas 104 y 105, y desde la cámara 103 al interior de la cámara 61 a través de las válvulas 106 y 107. Mientras el pistón 45 no tenga bloqueada la lumbrera 58, el aire contenido en las cámaras 103 y 61 se verá obligado a entrar en la cámara 56 por la lumbrera 58 y así barrer la cámara 56. Una vez que el pistón 45 ha bloqueado la lumbrera 58, el pistón 46 continua obligando al aire de la cámara 62 a entrar en la cámara 103, y también parcialmente en la cámara 61. Ahora bién, al continuar el conjunto de pistones 44 moviéndose hacia la izquierda, el volumen de la cámara 103 aumenta a una velocidad correspondiente o relacionada con la velocidad a la cual decrece el volumen de la cámara 62. Así, la presión contra la cual hace falta que el pistón 46 trabaje no es tan grande como en el motor 21 y, por consiguiente, el pistón 46 se ve obligado a hacer menos trabajo durante su movimiento hacia la izquierda en el motor 98.

Otra de las ventajas del motor 98 es la de que si se fuga o escapa aceite al otro lado del pistón 45, la pared 99 impide que el aceite escape y entre en el ánima 29, reduciéndose así probabilidades de que se contamine el aire contenido en la cámara de compresor 68.

#### Figura 6

El motor 108 es semejante al motor 21, en estructura y en modo de funcionamiento, salvo que incluye otra forma distinta de disposición para barrer o evacuar la cá-



5       mara de combustión 56. Como el motor 98, el motor 108 incluye una pared 109 que impide la comunicación entre las ánimas 28 y 29. La pared 109 es idéntica a la pared 99, excepto en que la primera de ellas no lleva montada ninguna válvula unidireccional. En cambio, la envolvente 25 incluye unas válvulas unidireccionales, esquemáticamente representadas en 111 y 112, que permiten aspirar directamente el aire atmosférico e introducirlo en la cámara 103. Otras válvulas unidireccionales, esquemáticamente indicadas 10 en 113 y 114, permiten al aire de la cámara 103 pasar a la cámara 61. Además, la válvula unidireccional 63 de la envolvente 26 ha sido sustituida por una válvula de retención, indicada esquemáticamente en 115, que permite al aire escapar 15 de la cámara 62, pero no permite la aspiración de aire atmosférico al interior de la cámara 62. Asimismo, la válvula de retención 115 puede estar colocada también en la pared 109, funcionando de manera semejante.

20       Durante el funcionamiento del motor 108, el movimiento del conjunto de pistones 44 a la izquierda hace que cualquier exceso de aire se expulse de la cámara 62 por medio de la válvula de retención 115, al propio tiempo que el pistón 45 hace que se aspire aire al interior de la cámara 103 por medio de las válvulas 111 y 112. Durante el movimiento del conjunto de pistones 44 a la derecha, el 25 pistón 45 obliga al aire de la cámara 103 a pasar a la cámara 61 a través de las válvulas 113 y 114, y el aire de la cámara 61 a barrer la cámara de combustión 56, en relación de fase aún más eficaz que la de los motores 21 y 98. De igual modo, al moverse el pistón 46 a la derecha, se 30 crea en la cámara 62 un vacío parcial o presión negativa,

24 DÍ



que hace que la cámara 62 actúe de cámara de rebote negativa. La utilización de la cámara 62 como cámara de rebote negativa, naturalmente, retarda el movimiento de los conjuntos de pistones dirigido hacia dentro, en tanto que ayuda o favorece al movimiento de los mismos dirigido hacia fuera.

El motor 108 puede modificarse eliminando las válvulas 113 y 114 y poniendo en su lugar lumbreras sin válvulas accionadas por los pistones, o diodos de fluido, de modo que puede haber libre comunicación entre las cámaras 103 y 61 y la lumbrera 58. En este caso, la cámara 61 y las válvulas 113 y 114 se sustituyen por un pasaje que conecta entre sí directamente las cámaras 103 y 56. Además el motor 108 puede modificarse sustituyendo también las válvulas 111 y 112 por lumbreras accionadas por los pistones, o diodos de fluido. Asimismo, como se ha hecho notar la válvula 115 puede estar colocada también en la pared 109, si así conviene; y estando situada de esa manera funcionaría de igual modo que el descrito anteriormente. Además, la cámara 62 del motor 108 puede usarse también como cámara de rebote positiva. En este caso, se dispone la válvula de retención 115 de modo que permita la aspiración de aire al interior de la cámara 62, para reponer el aire de esa cámara que en general se escape al otro lado del pistón 46 pasando a la cámara 68.

Cámara de rebote (fig. 7)

El motor 116 puede ser idéntico al motor 21, tanto en estructura como en el modo de funcionar, con la salvedad de que el motor 116 tiene una cámara de rebote formada entre el pistón 52 y el mecanismo sincronizador 76. Más concre-



24 D

5 tamente, hay una pared 117 cogida entre las pestañas extre-  
mas 35 y 36 y que se extiende cruzando el extremo derecho  
del ánima 29, de modo que el ánima 29 queda aislada del in-  
terior de la envolvente 27 del sincronizador. La pared 117  
incluye una abertura central 118 a través de la cual sobre-  
sale el vástago 74. La pared 117 lleva junto a la abertura  
118 un anillo de cierre hermético 119 de tipo usual, para  
impedir el escape de aire entre la pared 117 y el vástago  
74, durante el movimiento relativo entre ambos.

10 En lugar de las prolongaciones 95, los miembros  
de pared 92 y 93 están conectados con la cara exterior 94 del  
pistón 52 por una pluralidad de brazos 120 relativamente  
delgados, separados a cierta distancia del eje central lon-  
gitudinal del vástago 74. En la pared 117 hay formadas u-  
15 nas aberturas herméticamente cerradas y a través de las  
cuales sobresalen los brazos 120.

La pared 117 y la cara exterior 94 del pistón 52,  
en unión del ánima 29, definen una cámara de rebote 121.  
En la envolvente 26 va montada una válvula de retención,  
20 indicada esquemáticamente en 122, que permite la expulsión  
del aire de la cámara 121. Así, la cámara 121 funciona co-  
mo cámara de rebote negativo. En cambio, si se modificara  
la válvula 122 de modo que permitiera la aspiración de ai-  
re al interior de la cámara 12, la cámara 121 funcionaría  
25 entonces, naturalmente, como cámara de rebote positiva.

Otra de las ventajas del motor 116 reside en que  
la pared 117 aísla el ánima 29 respecto del mecanismo sin-  
cronizador 76, impidiendo así que el lubricante del sincro-  
nizador escape al interior del ánima 29, y reduciendo con  
30 ello al mínimo las probabilidades de contaminación del aire

24 DIC 

contenido en la cámara de compresor 68.

Variantes de disposición de la cámara de compresor

(Figura 8)

5 El motor 123, como se indica esquemáticamente en la fig. 8, puede ser semejante en general al motor 21, tanto en estructura como en el modo de funcionar; ahora bien, el motor 123 incluye una variante de disposición de cámara de compresor, que permite al componente de compresor del motor lograr elevados rendimientos volumétricos.

10 El motor 123 incluye también una pared 124 similar a las paredes 99 y 109 de los motores 98 y 108, respectivamente, por el hecho de que la pared 124 impide la comunicación entre las ánimas 28 y 29. Como sucede en los motores 98 y 108, la pared 124 ofrece la ventaja de impedir  
15 que el aceite del componente de combustión 22 escape al interior del ánima 29, y reduce así las probabilidades de contaminación del fluido que se esté comprimiendo en la sección de compresor o componente 24. Además, con la pared 124, la cámara 62 existente entre el pistón 46 y la pa-  
20 red 124 puede utilizarse como cámara de rebote o bien, si así conviene, como cámara de bomba de barrido para la sección componente de combustión 22.

25 En el motor 123, hay un miembro hueco anular 125 situado en el espacio 126 formado en el ánima 29 entre las caras interiores 66 y 127 de los pistones 46 y 128. El pistón 128 puede ser semejante en estructura al pistón 52, aun cuando puede tener una forma de construcción diferente, ya que funciona como pistón de rebote. Además, si así convie-  
30 ne, el pistón 128 no necesita funcionar como pistón de rebote ni siquiera, en fin de cuentas, como pistón de ninguna



clase, sino que puede funcionar simplemente como contrapeso y, naturalmente, como tal, puede estar construido de diversas formas.

5 El miembro hueco 125 tiene una abertura central 129, que incluye un anillo o junta de cierre hermético no representado en el dibujo, a través de la cual puede sobresalir con deslizamiento el vástago 74. Ahora bien, la abertura central 129 no comunica con el interior del miembro 125.

10 El miembro 125 divide el ánima 29 en una parte izquierda 131 y una parte derecha 132, e impide la comunicación entre ambas partes. En la envolvente 26, junto al miembro 125, hay montadas unas válvulas unidireccionales de tipo usual, dos de las cuales se representan esquemáticamente en 133 y 134, que permiten al aire atmosférico, o a cualquier otro fluido a comprimir, ser aspirado al interior de la parte 131 del ánima 29 cuando el pistón 46 se esté moviendo a la izquierda en el ánima 29, esto es, apartándose del miembro 125. En el miembro 125, junto a la cara interior 66 del pistón 46, van montadas unas válvulas unidireccionales de tipo usual, de las cuales se representan esquemáticamente dos en 135 y 136, que permiten al fluido o aire comprimido ser introducido forzosamente en la cámara interior 137 del miembro 125 cuando el pistón 128 se mueve en el ánima 29 hacia la derecha, esto es, en dirección al miembro 125. La cámara interior 137 del miembro 125 comunica con un múltiple 138 que dirige el aire o fluido comprimido que hay en ella al exterior del motor 123. Así, en el motor 123, el aire o fluido es comprimido únicamente por la acción del pistón 46; y el pistón 128, en

15  
20  
25  
30



unión de la parte 132 del ánima 29, puede funcionar como cámara de rebote, o bien el pistón 128 puede funcionar simplemente como contrapeso móvil, a los fines de lograr un funcionamiento sin vibraciones del motor. Es de notar también que, si así conviene, las válvulas 133, 134, 135 y 136 podrían colocarse asimismo en la parte 132, con lo cual funcionaría como cámara de compresión esta parte, y no la parte 131.

Como más arriba se ha hecho notar, una de las principales ventajas del motor 123 está en que el uso del miembro 125 permite aumentar apreciablemente el rendimiento volumétrico de la parte de compresor, componente del motor. Esto es así porque el motor puede proyectarse de manera que tenga un volumen libre extremadamente pequeño, ya que el exceso de recorrido incidental del pistón 46 es mínimo porque la energía de retorno, esto es, la energía necesaria para impulsar el pistón 45 llevándolo a la izquierda para la siguiente combustión en la cámara 56, puede ser suministrada por el pistón 128, funcionando como pistón de rebote. Mediante el uso del miembro 125, y mediante el del pistón 128 como pistón de rebote, puede hacerse variar independientemente en tamaño el volumen libre del compresor, sin que ello afecte a las demás características termodinámicas del motor.

Asimismo, como era de esperar el menor volumen libre y el mayor rendimiento volumétrico consiguiente del motor 123 aumenta el tiempo de apertura de válvulas y, por tanto, la duración o vida útil de las válvulas empleadas en el componente de compresor del motor 123. Además, como las válvulas 135 y 136 no van montadas en torno a la cir-



5 cunferencia de la envolvente 26, se mejora óptimamente el área disponible para montar las válvulas 133 y 134 y las válvulas 135 y 136. Es más, esta disposición de las válvulas 133, 134, 135 y 136 da por resultado que para la misma capacidad de salida de aire se necesita menos potencia.

Figura 9.

10 El motor 139 es semejante al motor 21, tanto en su estructura como en el modo de funcionar, con la salvedad de que el motor 139 incluye otra disposición alternativa o variante de volumen libre. En el motor 139 hay una pared 141 cogida entre unas partes de brida 142 y 143 formadas en una envolvente 140, y esta pared 141, lo mismo que el miembro 125 en el motor 124, divide el ánima 29 en dos partes independientes o separadas 131 y 132. La pared 15 141 tiene una abertura central 144 a través de la cual puede sobresalir a deslizamiento el vástago 74.

20 La pared 141 y la cara interior 67 del pistón 52 definen una cámara de compresor 145. En la envolvente 27, junto a la brida 143, hay colocadas unas válvulas unidireccionales usuales, de las cuales se representa una en 146 esquemáticamente, que permiten aspirar al interior de la cámara de compresor 145 el aire atmosférico u otros fluidos a comprimir, mientras el pistón 52 se está moviendo a la derecha, es decir, apartándose de la pared 141. Hay 25 otras válvulas unidireccionales de tipo usual, una de las cuales se indica esquemáticamente en 147, colocadas también en la envolvente 27, junto a la brida 143, y que permiten descargar el fluido o aire comprimido desde la cámara de compresor 145 durante el tiempo en que el pistón 52 se está 30 moviendo a la izquierda, esto es, hacia la pared 141.



A desemejanza del motor 124, la compresión de aire o fluido es efectuada enteramente por el pistón 52, y el pistón 46 y la parte 131 del ánima 29 funcionan simplemente como cámara de rebote.

5                   La disposición de cámara de compresor indicada en el motor 139 es, desde el punto de vista estructural, más sencilla que la disposición de cámara de compresor correspondiente del motor 124 y, por tanto, menos costosa de fabricar. Además, es de notar que la parte 132 puede usarse como cámara de compresor mediante el recurso de colocar las válvulas 146 y 147 en el lado izquierdo de la pared 141, y en tal caso el pistón 52, naturalmente, podría funcionar como pistón de rebote, o no tendría que funcionar como pistón en modo alguno, sino que simplemente se podría utilizar para equilibrar el motor.

15                   Variantes de mecanismo sincronizador

Figura 10

                  El motor 148 puede ser idéntico al motor 21, tanto en estructura como en el modo de funcionar, con la salvedad de que el mecanismo sincronizador 76 del motor 21 ha sido sustituido por un mecanismo de articulación 149. Si bien el mecanismo sincronizador 76 y el mecanismo de articulación 149 desempeñan ambos fundamentalmente la misma función respecto al motor, esto es, transmiten las fuerzas diferenciales instantáneas que actúan sobre los conjuntos de émbolos 44 y 51, de un conjunto al otro, el mecanismo de articulación 149 difiere estructuralmente del mecanismo 76.

                  Más concretamente, el mecanismo de enlace o articulación 149 incluye tres juegos de bielas o elementos de



enlace: 151 y 152; 153 y 154; y 155 y 156. Hay un par de placas, una de las cuales se indica en 157, equidistantes del eje central longitudinal del vástago 74 y fijadas por uno de sus extremos a la cara exterior 94 del pistón 52.

5 Entre los otros extremos de estas placas se extienden dos pasadores 158 y 159, en dos puntos equidistantes del eje central longitudinal del vástago 74. Estos pasadores 158 y 159 interconectan a rotación las placas a uno de los extremos de las bielas 155 y 156. Los otros extremos de las

10 bielas 155 y 156 van articulados (conectados a rotación) a uno de los extremos de las bielas 153 y 154, respectivamente. Los otros extremos de las bielas 153 y 154 están conectados a rotación a uno de los extremos de las bielas 151 y 152, respectivamente. Los otros extremos de las bie-

15 las 151 y 152 están articulados al extremo bifurcado 161 del vástago 74, por medio de un pasador 162. Hay unos brazos 163 y 164 fijados por uno de sus extremos a la placa de cubierta 38, desde la cual se extienden hacia la izquierda en dirección paralela al eje central longitudinal del

20 vástago 74, equidistantes del mismo. Las bielas 153 y 154 están articuladas, en los puntos 165 y 166, al otro extremo de los brazos 163 y 164, respectivamente.

Como más arriba se he hecho notar, el mecanismo articulado 149 sincroniza el movimiento de los conjuntos de pistones 44 y 51. La ventaja del mecanismo articulado 149, en comparación con el sincronizador 76, reside en que el mecanismo 149 es relativamente poco costoso de fabricar.

Figuras 11 y 12

El motor 167 puede ser idéntico al motor 21, tanto en estructura como en el modo de funcionar, con la sal-



vedad de que el motor 167 utiliza un sincronizador hidráulico 168 en lugar de un mecanismo sincronizador 76. El sincronizador hidráulico 168 desempeña fundamentalmente, respecto al motor, la misma función que el mecanismo sincronizador 76.

5

El sincronizador hidráulico 168 comprende un cuerpo de depósito 169 rectangular en general. El cuerpo 169 tiene en uno de sus extremos una brida circular 171 que se usa para fijarlo al extremo de brida 36 de la envolvente 26. El cuerpo 169 tiene un ánima o taladro central 172, y dos taladros más pequeños 173 y 174. El eje central longitudinal del taladro 172 es coaxial con el eje central longitudinal del vástago 174, y los ejes centrales longitudinales de los taladros 173 y 174 son paralelos y equidistantes del eje central longitudinal del taladro 172. El diámetro de los taladros 172, 173 y 174 puede elegirse de manera que el área en sección recta del taladro 172 sea igual a la suma de las áreas de sección recta de los taladros 173 y 174.

10

15

20

Un par de lumbreras 175 y 176 permite la comunicación por fluido entre los taladros 172 y 173, y entre los taladros 172 y 174, respectivamente.

25

El extremo 177 del vástago 74 incluye un émbolo 178, de un diámetro tal que entra ajustado en el taladro 172. Hay un par de vástagos 179 y 181 fijados por un extremo a la cara exterior 94 del pistón 52, y dispuestos de modo que sus otros extremos 182 y 183 sobresalen por el interior de los taladros 173 y 174, respectivamente. Los extremos 182 y 183 llevan unos émbolos 184 y 185 de un diámetro tal que les permite entrar ajustados en los taladros

30



173 y 174.

5 Durante el funcionamiento del motor, los taladros 172, 173 y 174 están llenos de fluido hidráulico por el lado derecho de los émbolos 178, 184 y 185, de modo que el movimiento del émbolo 178 en un determinado sentido origina un movimiento correspondiente de los émbolos 184 y 185 en el sentido opuesto, y viceversa.

Disposiciones de motor múltiples.

Figura 13

10 Como más arriba se ha hecho notar, los principios de esta invención son aplicables a los motores que poseen una pluralidad de cilindros de motor. Un ejemplo de tal aplicación es el constituido por el motor 186, que incluye un primer cilindro de motor 187 en el cual hay situados unos pistones 188 y 189, opuestos en sentido axial y con movimiento recíproco o de vaivén. Junto al cilindro de motor 15 187 va colocado un segundo cilindro de motor 191 de modo que los ejes centrales longitudinales de los cilindros de motor 187 y 191 son sensiblemente paralelos. El cilindro de motor 191 tiene también un par de pistones 192 y 193, opuestos en sentido axial y situados en aquél con movimiento recíproco o de vaivén. Los pistones 188 y 192 pueden ser idénticos al conjunto de pistones 44 del motor 21, y los pistones 189 y 193 pueden ser idénticos al conjunto de pistones 51 del motor 21.

25 Hay un par de vástagos 194 y 195 fijados por un extremo a las caras interiores 196 y 197, respectivamente, de los pistones 188 y 192, y que sobresalen a deslizamiento por unas aberturas centrales 198 y 199 practicadas en los pistones 189 y 193, respectivamente. Cada uno de los 30



pistones 189 y 193 tiene un par de prolongaciones, viéndose  
se en 201 y en 202 un prolongación de cada pareja, fijadas  
a su cara exterior 203 y 204. En estructura y en modo de  
funcionamiento, cada uno de los cilindros de motor 187 y  
5 191 puede ser idéntico al motor 21, ilustrado en la fig. 1,  
Los otros extremos de los vástagos 195 y 195 lle-  
van sujeta una barra transversal 205. La barra 205, a su  
vez, lleva el bloque de doble cremallera 78 del mecanismo  
sincronizador 206, que puede ser idéntico en estructura y  
10 en modo de funcionar al mecanismo sincronizador 76, utili-  
zado en el motor 21, con la única diferencia de que las  
partes componentes del mecanismo 206 son de mayor dimensión  
que las partes correspondientes del mecanismo 76. Las pro-  
longaciones 201 y 202 forman parte del miembro de pared 93,  
15 yendo sujetas a las cremalleras 96 y 97 del mecanismo 206,  
a las cuales les sirve de soporte, de modo que los dientes  
de estas cremalleras engranan con los dientes de los piño-  
nes 84 y 85. Los dientes de los piñones 84 y 85 engranan  
en los dientes de las cremalleras 82 y 83 formadas en el blo  
20 que 78. Como antes se he hecho notar, el mecanismo sincro-  
nizador 206 funciona de igual manera que el mecanismo 76,  
de modo que el movimiento de los émbolos 188 y 192 en un  
determinado sentido da origen a un movimiento correspondien  
te de los pistones 189 y 193, en sentido contrario.

25 Figuras 14 y 15

El motor 207 es similar, en estructura y modo de  
funcionamiento, al motor 186, con la excepción de que en  
los pistones 212 y 213 opuestos en sentido axial no penetra  
ni sobresale parte alguna de los medios transmisores de  
30 fuerzas que interconectan los pistones 208 y 209 con el me-

24 D

canismo sincronizador 211. Además, los pistones 208 y 209 no son semejantes a los conjuntos de pistones 44 del motor 21; por el contrario, van ambos interconectados a un solo pistón 214 de gran diámetro, como más adelante se describe.

5 Más concretamente, el motor 207 incluye unos cilindros de motor primero y segundo, 215 y 216, que comparten un miembro común de conexión 217. En el cilindro 215 van colocados los pistones 208 y 212, con movimiento recíproco o alternativo en el mismo y que definen con él una  
10 cámara de combustión 218 entre ambos. De igual modo, los pistones 209 y 213 opuestos en sentido axial están situados dentro del cilindro de motor 216, con movimiento recíproco o de vaivén en el interior de éste y definiendo con él y entre sí una cámara de combustión 219. Hay unos vástagos  
15 221 y 222 fijados por un extremo a las caras exteriores 223 y 224 de los pistones 208 y 209, extendiéndose a la izquierda a partir de estos últimos y sujetos por otros extremos a un yugo 225 que se extiende desde el eje central longitudinal del cilindro de motor 215 hasta el eje central longitudinal del cilindro de motor 216.  
20

Hay también un vástago 226 fijado por uno de sus extremos al centro del yugo 225, y que sobresale por un taladro 227 practicado en el miembro de conexión 217. El otro extremo del vástago 226 va fijado y soporta al bloque 78 de  
25 doble cremallera, que forma parte componente del mecanismo sincronizador 211. El mecanismo sincronizador 211 puede ser idéntico, tanto en estructura como en el modo de funcionar, al mecanismo sincronizador 206 del motor 186. Las cremalleras 96 y 97 del mecanismo 211 van conectadas y montadas a los pistones 212 y 213, por medio de unos miembros  
30



24

de pared, de los cuales se representa uno en 93, y de dos pares de prolongaciones, indicándose una de cada par en 228 y 229.

5 Otro vástago 231 conecta el yugo 225 con el pistón 214, y este vástago está alineado en sentido axial con el vástago 226. Como se ilustra en la fig. 14, el pistón 214 está colocado con movimiento recíproco o de vaivén en una envolvente cilíndrica 232, de modo que el pistón 214 y la envolvente 232 definen entre sí una cámara de compresor 10 233. El modo de trabajo del motor 207 puede ser fundamentalmente similar al del motor 186 y el motor 21. Ahora bién, como se ha hecho observar, el motor 207 está especial-  
mente adaptado y destinado a permitir que las cámaras 218 y 219 sirvan de cámaras de combustión, utilizando al propio tiempo el pistón 214 y la envolvente 232 como componente 15 de compresor del motor.

Asimismo es de notar que en el motor 186, y especialmente en el motor 207, el motor puede comprender más de dos cilindros de motor. Así, en el motor 207, con tal 20 que los ejes centrales longitudinales de los cilindros de motor estén todos a la misma distancia del eje central longitudinal del vástago 226, la única limitación importante en cuanto al número de cilindros de motor que pueden utilizarse en el motor 207, es el espacio periférico disponible. 25 la ventaja de utilizar varios cilindros de motor, en particular cuando el pistón 214 y la envolvente de cilindro 232 se utilizan como componente de compresor del motor, reside en que puede reducirse de modo correspondiente el tamaño de los cilindros de motor, para reducir la carga térmica 30 de las secciones de combustión.



Conclusión

En vista de cuanto antecede, es evidente que la in  
vención aquí descrita significa un apreciable avance y una  
 apertura de horizontes en el campo de los motores de pisto-  
 nes libres, por el hecho de que esta invención permite a  
 los motores de pistones libres lograr las ventajas que siem-  
 pre han tenido teóricamente sobre los motores de combustión  
 interna de tipo usual de cigüeñal, de la misma clase y ve-  
 locidad de pistones. Así, la utilización de los principios  
 de este invento permiten, en contraste con los motores ya  
 conocidos, una considerable libertad de proyecto en cuanto  
 a los motores de pistones libres, ya que el sincronizador  
 y las partes o secciones principales del motor pueden dise-  
 ñarse de un modo esencialmente independiente entre sí, lo  
 que permite lograr, para un motor dado cualquiera, un ópti-  
 mo proyecto para las secciones del motor y el sincronizador,  
 Por creerse que los principios de esta invención tienen ám-  
 plias aplicaciones, el término "motor" se viene utilizando  
 aquí en sentido genérico, de modo que incluye todo tipo de  
 motores de pistones libres, tales como los compresores de  
 pistones libres y los gasificadores de pistones libres.

Naturalmente, como se desprende para toda perso-  
 na versada en la materia, las características de los diver-  
 sos motores aquí descritos pueden utilizarse de modo inter-  
 cambiabile y en combinación. También resultará obvio que son  
 posibles otras modificaciones más de los motores aquí des-  
 critos. Por ejemplo, en motores más grandes, la estructura  
 de sincronizador puede estar esencialmente situada montada  
 dentro del conjunto de pistones en el cual penetra: es de-  
 cir, el correspondiente al conjunto de pistones 51 del motor



21. Además, el conjunto de pistones penetrado puede tener sólo un movimiento limitado dentro del cilindro de motor, y de hecho, hablando en términos rigurosos, puede no funcionar en realidad como pistón.

5                   Asimismo, el bloque de cremallera 78 del mecanismo sincronizador 76 del motor 21 puede tener formadas más de dos cremalleras. Naturalmente, cada cremallera adicional debe engranar con un piñón independiente, que a su vez engrane con otra cremallera montada en el conjunto de pistones 51 contiguo. Aquí también, los dientes de cada cremallera pueden sobresalir de modo esencialmente radial hacia fuera a partir del eje central longitudinal de la cremallera, dejando así un espacio adecuado para situar los piñones. La ventaja de utilizar más de dos cremalleras está en que el sincronizador puede llegar a transmitir mayores fuerzas y/o, si así conviene pueden utilizarse en el sincronizador materiales baratos y de calidad inferior. Es más, como otro ejemplo de modificación del mecanismo 76, la cremallera 78 y los piñones 84 y 85 del mecanismo 76 pueden ser sustituidos por medios de engranajes oscilantes que se apliquen a las cremalleras 96 y 97 y vayan conectados con el vástago 74. De igual modo, las cremalleras 96 y 97 y los piñones del mecanismo 76 pueden ser sustituidos también por medios de engranajes oscilantes que se apliquen a las cremalleras 82 y 83 y vayan conectados con el pistón 52.

20                   Así, como la invención aquí expuesta puede ser realizada en otras formas específicas y concretas, sin por ello apartarse del espíritu ni de las características fundamentales de la misma, las formas de ejecución preferidas



aquí descritas, por lo tanto, han de considerarse en todos sus aspectos como ilustrativas y no limitativas, viniendo definido el ámbito de la invención por las reivindicaciones que siguen, y no por la descripción que antecede, entendiéndose que deben quedar comprendidos en éste todos los cambios y modificaciones que vengán a caer dentro del significado y del margen de equivalencia de las reivindicaciones.

5

10

N O T A

15

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

20

25

30

1.- Un dispositivo sincronizador de los pistones libres de un motor de pistones libres que tiene conjuntos primero y segundo opuestos y alternativamente movibles, al menos uno de los cuales es un conjunto de pistones, estando dicho dispositivo sincronizador destinado a hacer que los conjuntos se muevan en sentidos opuestos, caracterizado por el hecho de que el primer conjunto incluye un pistón conectado a un árbol que tiene al menos dos cremalleras formadas en él, sobresaliendo los dientes de las cremalleras hacia afuera desde el eje geométrico longitudinal del árbol en sentidos opuestos y engranando, respectivamente, con los dientes de un par de piñones, estando los piñones montados para girar en una posición fija dentro del motor



5 por al menos una ménsula, incluyendo el segundo conjunto  
un segundo par de cremalleras mantenidas en posición fija  
una con respecto a otra por al menos un miembro de pared  
y mantenidas en posición fija con respecto a dicho miembro  
de pared, sobresaliendo los dientes del segundo par de cre-  
malleras hacia adentro unos en dirección a otros y engran-  
10 dando, respectivamente, con los dientes de dichos piñones,  
siendo equilibrada dentro del miembro de pared la componen-  
te normal de las fuerzas que se crean por el engrane mutuo  
de las cremalleras, los piñones y el segundo par de crema-  
lleras.

15 2.- Un dispositivo según la reivindicación 1, ca-  
racterizado por el hecho de que el miembro de pared tiene  
al menos una prolongación en su costado hacia dicho primer  
conjunto opuesto que conecta con un pistón.

20 3.- Un dispositivo según las reivindicaciones 1  
ó 2 caracterizado por el hecho de que la masa de los ele-  
mentos del primer conjunto móvil multiplicada por la longi-  
tud de su carrera es igual a la masa de los elementos del  
segundo conjunto móvil multiplicada por la longitud de su  
carrera.

25 4.- Un dispositivo según las reivindicaciones 1  
ó 2, en el que las dos cremalleras están en el extremo del  
árbol alejado del pistón.

30 5.- Un dispositivo según la reivindicación 1, ca-  
racterizado por el hecho de que el primer conjunto tiene  
un primer pistón y está conectado directamente a dicho pri-  
mer pistón, y, moviéndose junto con él como una unidad, un  
segundo pistón separado.

30 6.- Un dispositivo según las reivindicaciones 1  
y 2, caracterizado por el hecho de que cada prolongación

24 DIC



tiene fijada a ella un pistón, estando cada pistón en un cilindro de motor paralelo separado y en oposición a un segundo par de pistones, definiendo cada juego de pistones opuestos una cámara de combustión dentro de dicho cilindro respectivo, estando los pistones de dicho segundo par interconectados por un yugo del árbol para moverse juntos como una unidad y como parte de dicho primer conjunto opuesto.

7.- Un dispositivo sincronizador de los pistones libres de un motor de pistones libres.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

La presente Memoria consta de cuarenta y cinco hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 24 DIC. 1968

P.A.

Alfonso de Elizalde  
Ingeniero

5.12.68

A.A.B.

1-10-107

HOJA 1-4

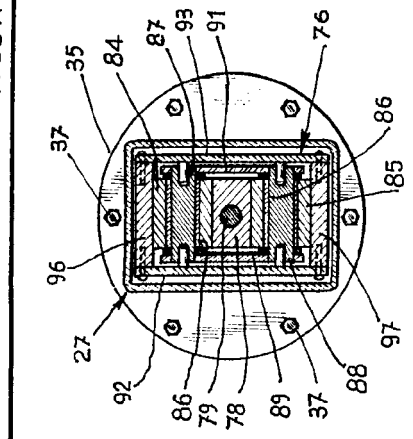


Fig: 4

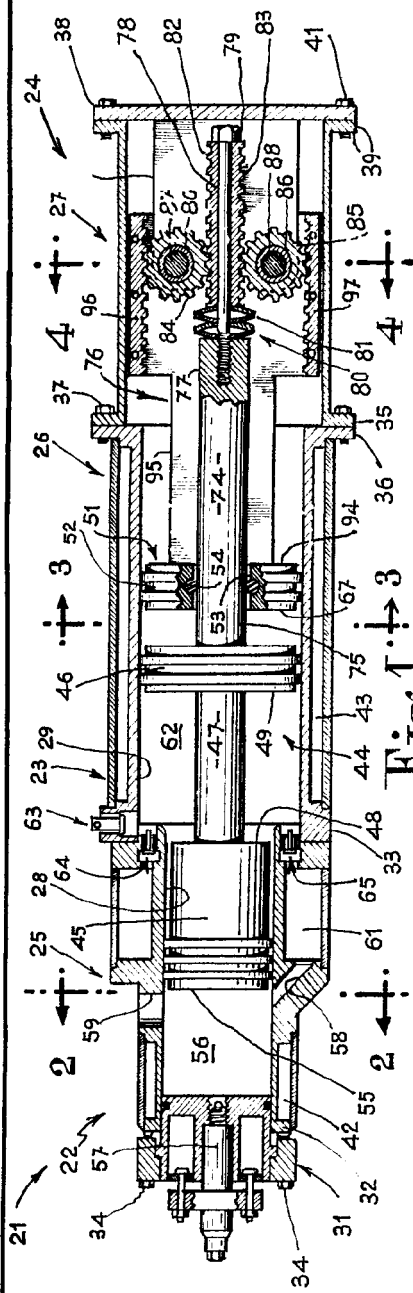


Fig: 1

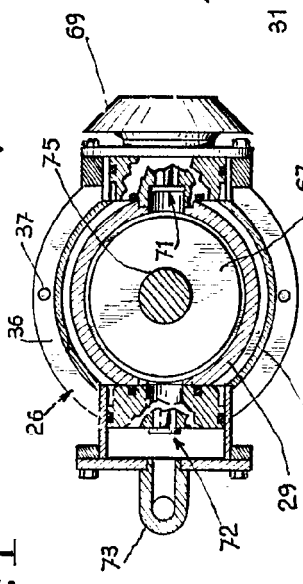


Fig: 3

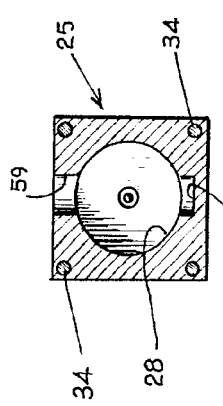


Fig: 2

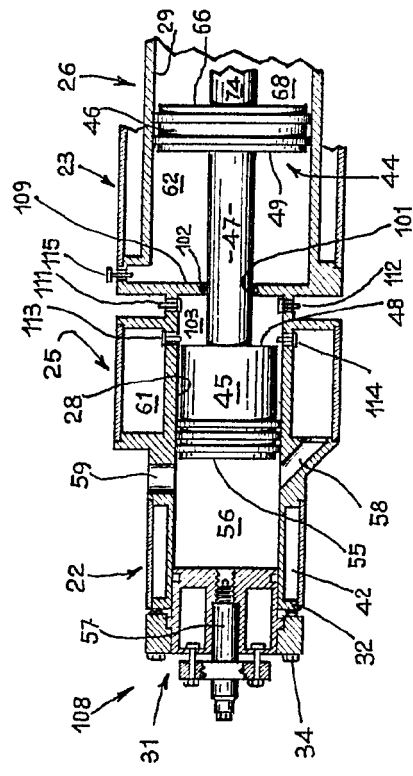


Fig: 6

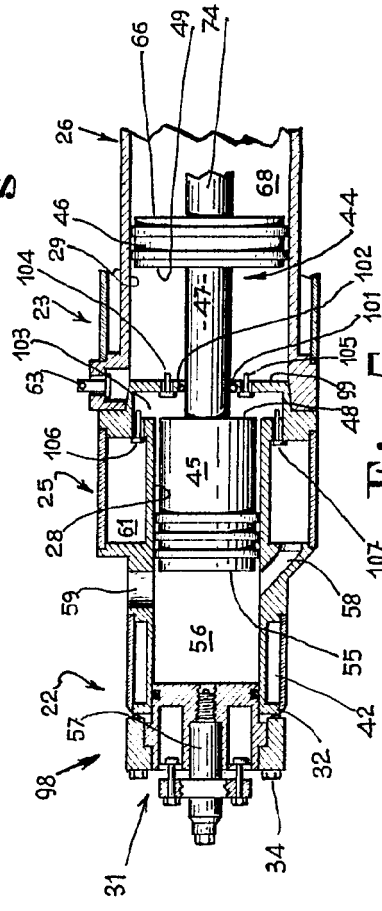


Fig: 5

*Handwritten signature or initials.*

ESCALA VARIABLE

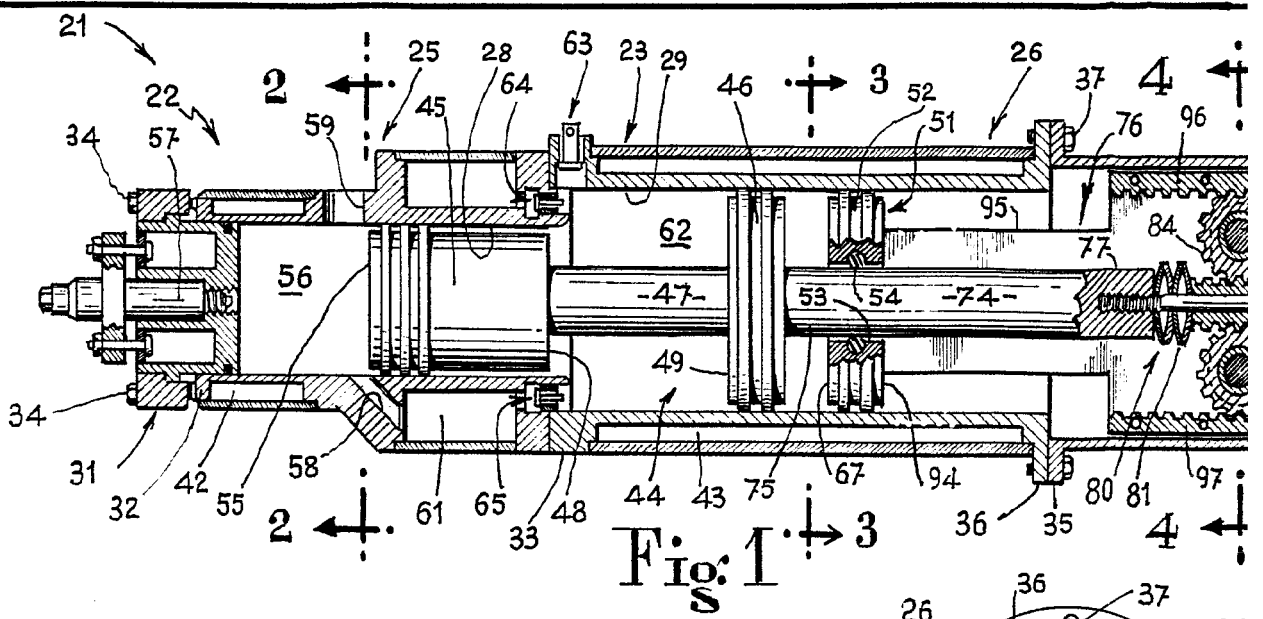


Fig: 1

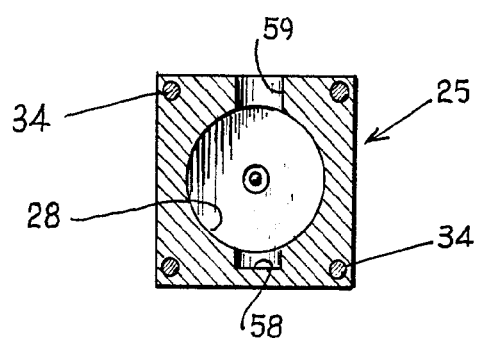


Fig: 2

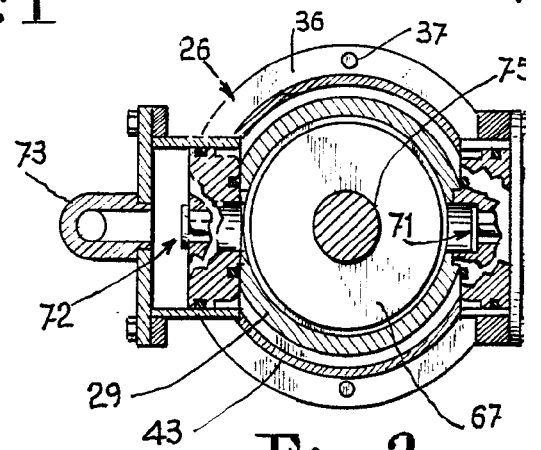


Fig: 3

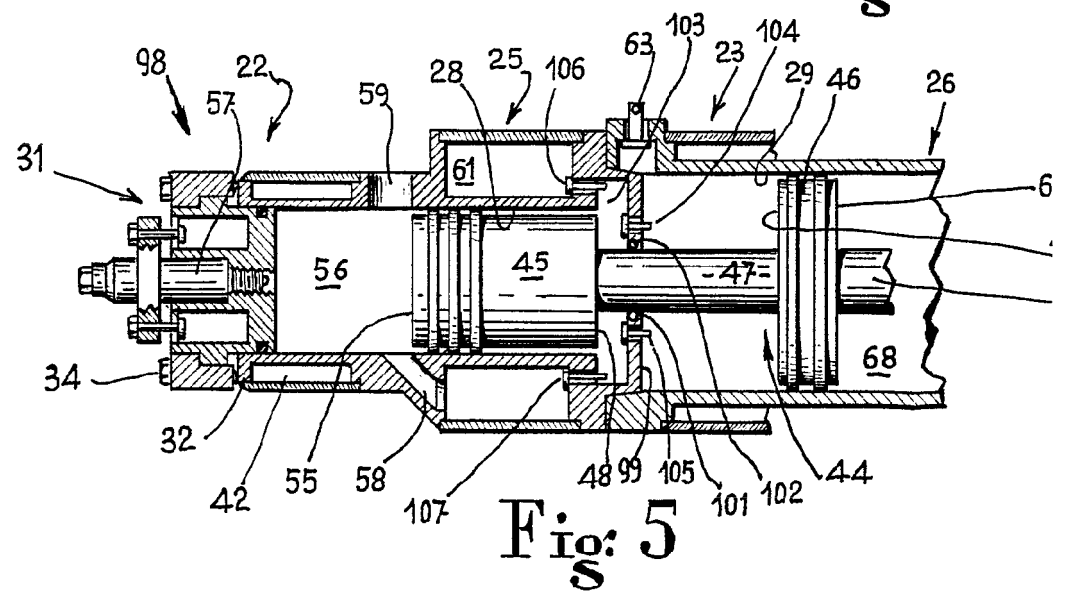


Fig: 5

ESCALA VARIABLE

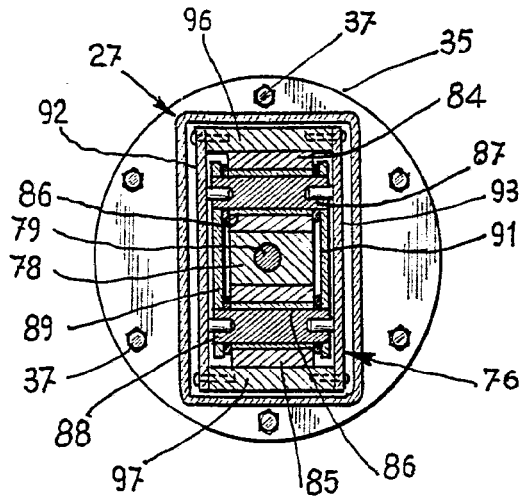
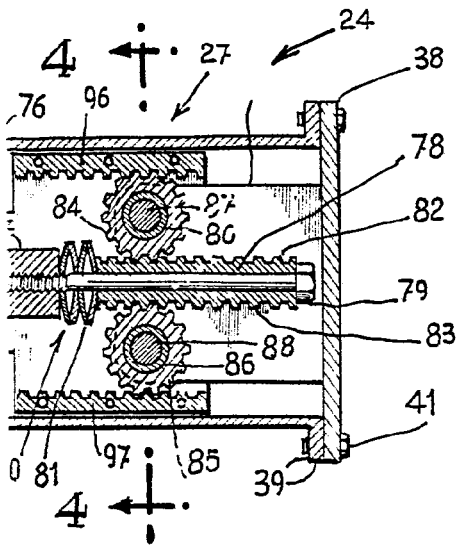
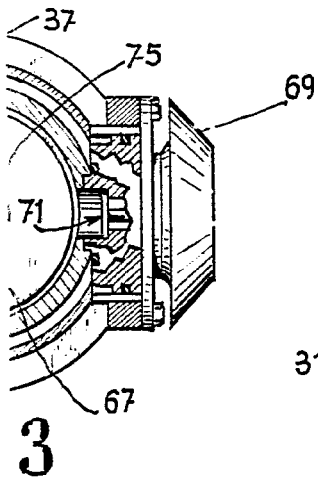


Fig: 4



3

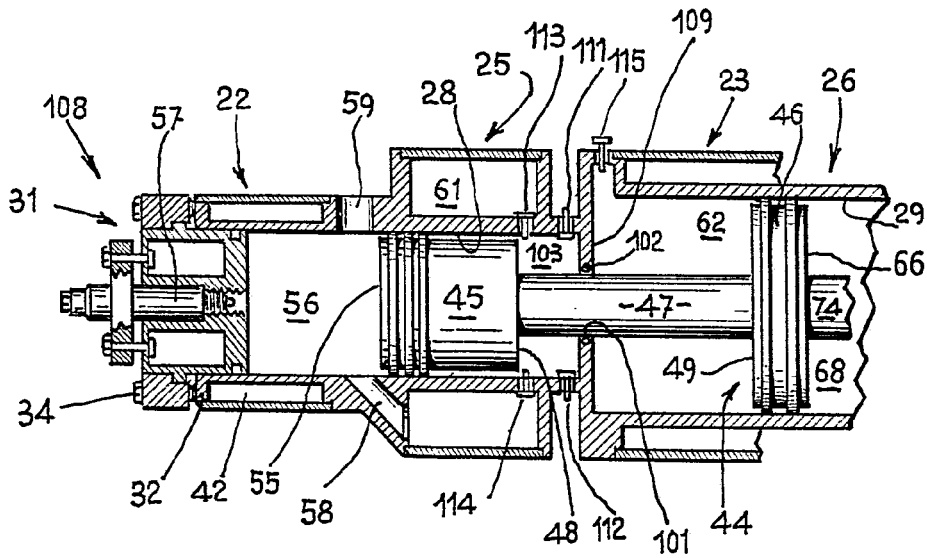
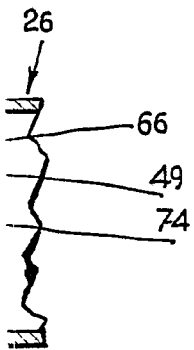


Fig: 6



*Handwritten signature or name in the bottom right corner.*

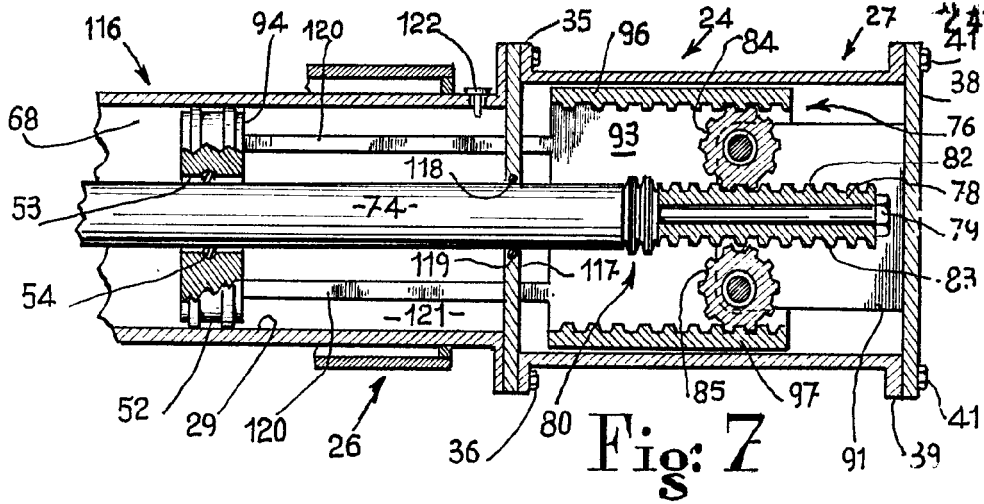


Fig: 7

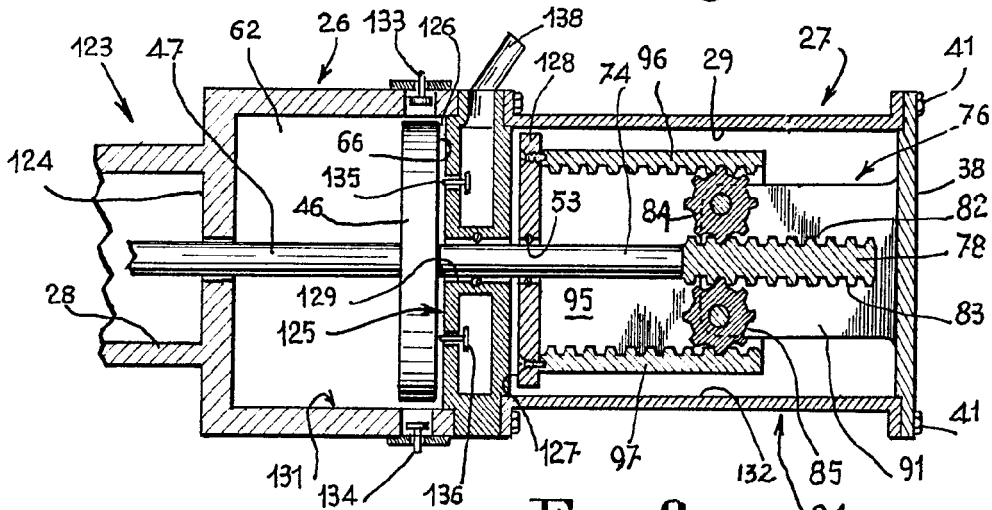


Fig: 8

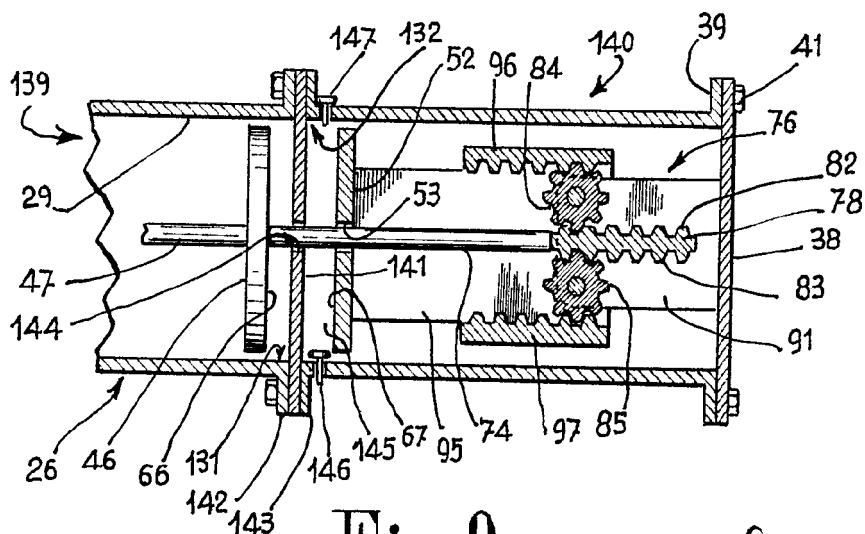


Fig: 9

ESCALA VARIABLE

*[Handwritten signature or mark]*

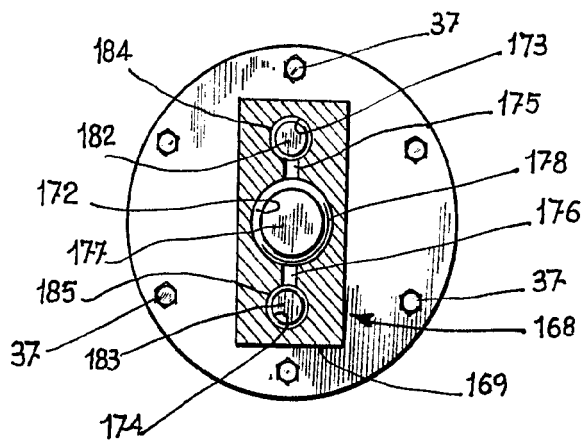
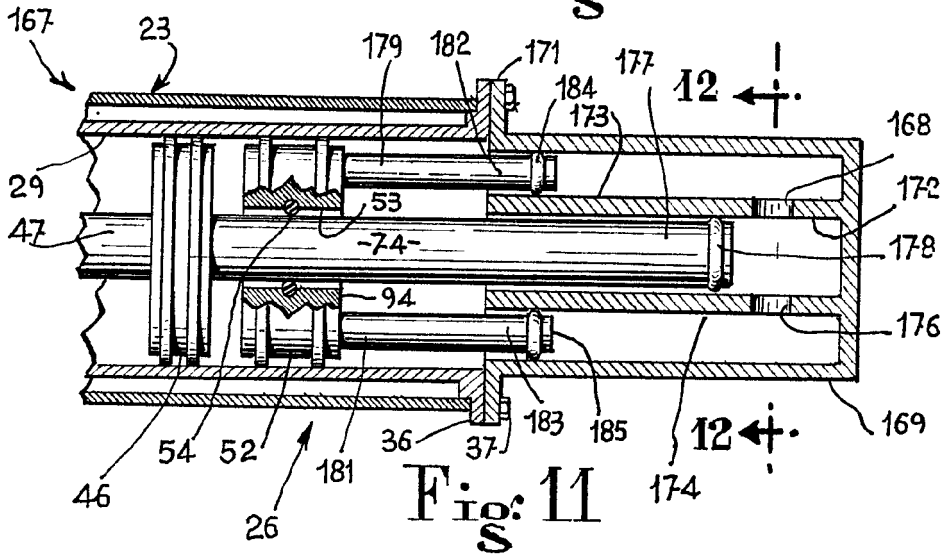
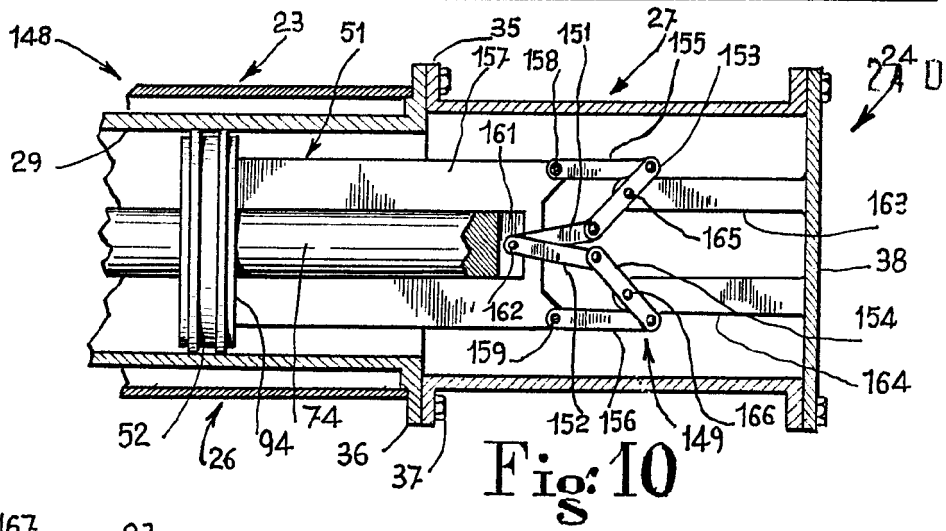


Fig: 12

ESCALA VARIABLE

*Handwritten signature or mark*

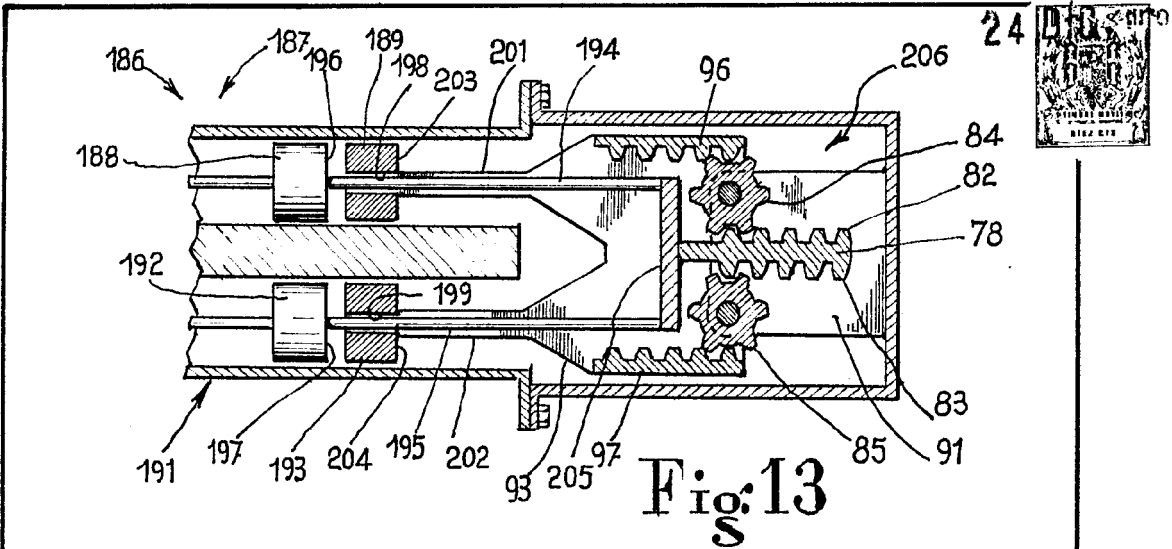


Fig:13

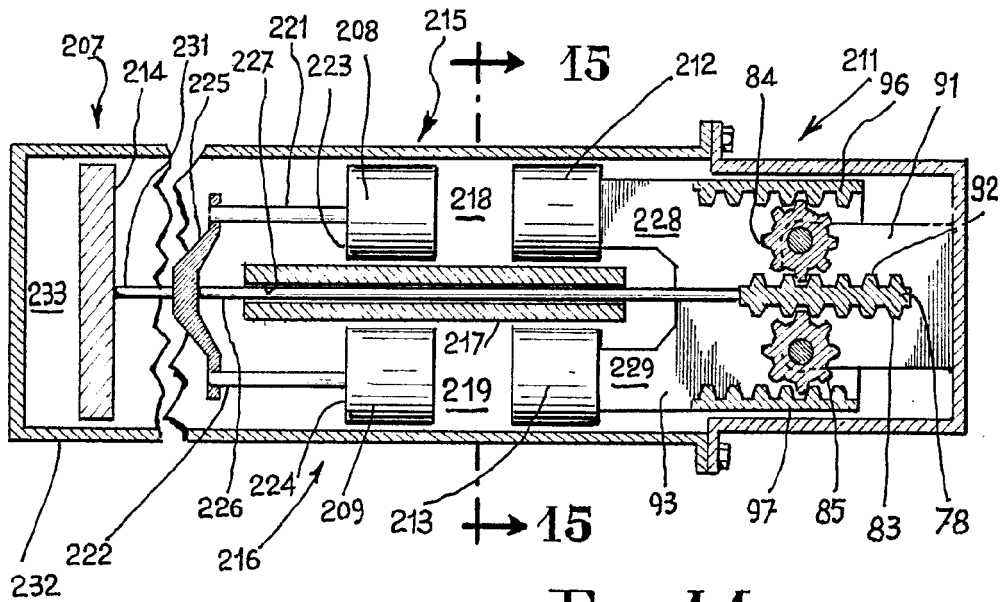


Fig:14

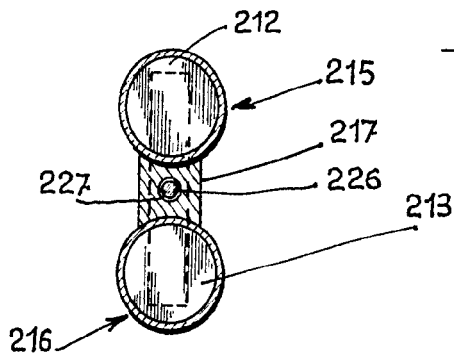


Fig:15

ESCALA VARIABLE

*Handwritten signature or initials*