



ESPAÑA

19	ES	11	NUMERO	463790	10	A1
		21				
		22	FECHA DE PRESENTACION	2-11-77		

PATENTE DE INVENCION

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
31	NUMERO				
	636,184		28-11-75		ESTADOS UNIDOS

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			F02B		453.721 de 28-11-76

54	TITULO DE LA INVENCION
	UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.

71	SOLICITANTE (S)
	FORD MOTOR COMPANY.

	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	The American Road - Dearborn, Michigan - Estados Unidos.

72	INVENTOR (ES)
	Laszlo Hideg y Robert Paul Ernest, ambos de nacionalidad estadounidense.

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
	D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Se describen un aparato y un método para mejorar el proceso de combustión en un motor de combustión interna. Una pre-cámara que contiene una mezcla combustible está prevista para generar una llama de soplete que sale de ella al ser encendida; la llama de soplete está controlada de modo que penetre profundamente en la cámara de combustión principal con una orientación predeterminada sin contacto con las paredes de la cámara. El frente de llamas en forma de torbellino de la llama de soplete sostenida produce un mezclado mas íntimo con la mezcla combustible no quemada en la cámara de combustión principal, particularmente en el caso de un motor giratorio. La pre-cámara está situada fuera de la cámara epitrocoide del motor giratorio. En un modo de cargas no estratificadas según el invento, la pre-cámara sirve para recibir una parte de la carga aspirada por la cámara principal durante el ciclo de compresión, que puede ser pobre y difícil de encender en la cámara principal. En la pre-cámara, las paredes calientes concentradas y una chispa localizada facilitan un encendido rápido el cual permite a su vez la generación de una llama de soplete a partir de ella.

Se describen un sistema de barrido y un método correspondiente que sirven para arrastrar los elementos gaseosos residuales procedentes de la pre-cámara despues del final de cada ciclo de combustión; el aparato de barrido puede ser accionado con una fuente de suministro de gas independiente, una fuente de suministro derivada del carburador o del sistema de admisión del motor, o a partir de la mezcla aspirada en el interior de la cámara principal. El

sistema de barrido puede ser enriquecido con carburante para crear una estratificación de cargas predeterminada.

Se describen un sistema y un método de inyección de combustible que sirven para aumentar la carga o actuar como única carga de pre-cámara.

El diseño de la pre-cámara, la forma de la cámara, las relaciones de compresión y los controles del motor están dispuestos de modo que sea posible reducir las pérdidas térmicas de combustión y elegir los elementos constitutivos de los gases de escape.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

El invento se refiere a la mejora de la velocidad de combustión en ciertos emplazamientos de una cámara de combustión en los cuales la velocidad de combustión es inherentemente lenta. La velocidad de combustión de una mezcla ha de ser distinguida de la capacidad de encendido de la mezcla. Para un ingeniero en combustión, la capacidad de encendido significa la oxidación momentánea de elementos combustibles aislados producida por una fuente de calor independiente. Por el contrario, para este mismo ingeniero en combustión, la velocidad de combustión es la velocidad a la cual se produce una oxidación continua auto-sostenida debida al calor autogenerado que transfiere el encendido a los siguientes elementos combustibles.

En la técnica anterior se ha hecho muy poco para influir o para controlar la velocidad de combustión en algunas zonas elegidas de un motor de combustión interna de cuatro tiempos, limitándose a alcanzar las metas convenientes que permiten obtener una mezcla de combustible adecuada.

A título de ejemplo ilustrativo se mencionará

la estratificación de cargas en un motor alternativo de combustión interna en el cual una mezcla combustible relativamente pobre se aspira en la cámara de combustión principal con una cantidad dosificada de combustible inyectada en una parte de la mezcla pobre en un punto adyacente a los electrodos de las bujías. La mezcla inyectada cerca de los electrodos presenta una excelente capacidad de encendido, y de manera bastante rápida hasta que el frente de llamas alcance la mezcla pobre donde la velocidad de combustión disminuye considerablemente, pudiendo incluso apagarse el encendido sin que pueda reanudarse, según el grado de pobreza de la mezcla. La velocidad general media de la combustión en todas las partes de la cámara de combustión principal es por tanto reducida aunque la capacidad de encendido inicial sea buena. Debido a esta velocidad media reducida de la combustión, se prolonga la carrera de combustión lo que conduce a un trabajo negativo y a que la energía se transforme en pérdidas térmicas en lugar de transformarse en un trabajo mecánico positivo. Por consiguiente, no se aprovecha adecuadamente el carburante y el rendimiento del motor no es satisfactorio. Lo que se necesita es un dispositivo práctico por medio del cual cualquier mezcla ya sea rica o pobre puede: encenderse fácilmente, presentar una combustión eficaz para quemar con una velocidad predeterminada y controlable que puede ser muy rápida, si se desea, y que puede ser programada para que el encendido o la combustión se produzca en cualquier zona de la cámara de combustión. En la técnica anterior se han probado varios procedimientos para conseguir esta meta. Uno de ellos consiste en producir un torbellino en la cámara de combustión cambiando la forma de la misma pero no se

consiguió un incremento notable de la velocidad de combustión. Otros procedimientos han consistido en cambiar el movimiento del émbolo y se obtuvieron solamente resultados moderadamente satisfactorios, mientras que otros utilizan fuentes de encendido de alta energía centralizada que necesitan cámaras de combustión compactas, dando lugar estos últimos procedimientos a velocidades de combustión inferiores a las convenientes, particularmente con mezclas pobres.

El incremento del rendimiento de la combustión depende de (1) el rendimiento de expansión de los gases que están quemando, (2) las pérdidas de calor en los gases de escape y (3) el tipo de fluido utilizado. Respecto al factor (3) el fluido utilizado está impuesto por las realidades comerciales y es gasolina que contiene un índice de octano determinado; se obtiene así una mezcla triatómica de elementos combustibles y aire durante la combustión. Para obtener la mejor velocidad de combustible posible teniendo en cuenta este factor, es conveniente utilizar una mezcla estequiométrica, pero la economía de carburante, el rendimiento del motor o los gases de escape imponen usualmente la utilización de una mezcla ultra-pobre por lo menos en una parte de la cámara de combustión. Sin embargo, la técnica anterior, a su vez, no puede utilizar mezclas excesivamente pobres porque no pueden encenderse o conducen a una combustión lenta. Por tanto el fluido de trabajo debe seguir siendo el de la técnica anterior. Con respecto a los factores (1) y (2), se influye en ellos mediante un nuevo diseño y una nueva disposición del aparato de combustión para conseguir un incremento controlado de la velocidad de combustión y obtener así un mejor rendimiento del motor, una eco-

mía de carburante y una reducción de las emisiones. Para mejorar o cambiar simultáneamente el factor de rendimiento de expansión y las pérdidas de calor en los gases de escape, se genera una llama de soplete de penetración profunda y controlable que tiene una amplia superficie móvil que produce el arrastre de la mezcla no quemada circundante y crea un intercambio o un movimiento de mezclado rápido importante entre el frente de llama en combustión y la mezcla no quemada sin entrar en contacto con las paredes de la cámara o del pistón.

La necesidad de controlar la velocidad de combustión va más allá de los motores alternativos de combustión interna y es importante en un motor de combustión interna de tipo giratorio. La necesidad de controlar la velocidad de combustión puede ser todavía más importante en un motor giratorio en razón de la configuración de la cámara de combustión principal y de la dinámica de la circulación de los gases en ella. La cámara de combustión de un motor giratorio es un volumen que se extiende entre el rotor y las superficies que contienen el rotor. Con funcionamiento convencional con encendido mediante bujía, la propagación de la llama o la combustión en la extremidad posterior de la cámara de combustión es relativamente lenta. Esta combustión lenta se debe a (a) la ausencia de movimiento de carga de propagación de llama y (b) la tendencia que tiene la llama a apagarse debido a las pequeñas distancias entre el rotor y las superficies que contienen el rotor. Una circulación de transferencia a gran velocidad de los gases que queman se produce a partir de la mitad posterior de la cámara de combustión hasta la mitad delantera. Debido a la velo-

idad elevada de circulación masica a lo largo de las importantes superficies de la cámara de combustión, se produce una importante transferencia de calor a partir de los productos de combustión hasta las superficies. La combustión tardía y parcialmente apagada en la extremidad posterior produce pérdidas de potencia, aumenta el consumo de carburante y hace que el motor emita hidrocarburos de base en cantidad superior a las cantidades convenientes.

La idea corriente según la cual un motor giratorio debe presentar un buen rendimiento de expansión gracias a una circulación inherentemente buena no es totalmente exacta. El rendimiento de expansión depende de un buen mezclado; el mezclado es un problema de desplazamiento y no un problema de circulación. La circulación continua giratoria de los gases en un motor giratorio no permite obtener un mezclado de alta calidad. Es exacto que se crea una turbulencia localizada a lo largo del trayecto de la circulación de los gases en un motor giratorio, pero esta turbulencia (o movimiento de vórtice) no es equivalente a una masa importante que se mezcla por sí misma. Por el contrario, esta turbulencia localizada es igual a un movimiento vibratorio de moléculas que produce un mezclado neto reducido.

Los intentos realizados en la técnica anterior para reducir las pérdidas de calor en los gases de escape en un motor giratorio de tipo convencional disminuyendo la temperatura de la combustión mediante la utilización de una mezcla pobre no ha resultado en una reducción del consumo de carburante. Se esperaba que la reducción de las pérdidas de calor en los gases de escape daría lugar a un proceso de combustión mas completo. La incapacidad de conseguir un pro

ceso de combustión mas favorable a temperaturas de combustión mas bajas se debe a la velocidad de combustión excesivamente lenta en la extremidad posterior de la cámara de combustión principal. De este modo no se consigue nunca una
5 combustión mas completa. El mejor consumo de carburante en un motor giratorio con encendido por bujía puede obtenerse con mezclas ricas que queman mas rápidamente. Las informaciones que respaldan esta afirmación indican que la mejor relación económica entre aire/carburante está usualmente
10 incluida entre 13:1 y 14,5:1.

Para obtener una llama de soplete con penetración profunda y controlada que permite conseguir una mezcla mas eficaz durante la combustión se utiliza una cámara de pre-combustión, que se llama a veces en lo que sigue pre-cámara.
15 Es importante precisar que las cámaras de pre-combustión han sido utilizadas con éxito para otras aplicaciones en motores diesel y de gasolina. En motores diesel, la cámara de pre-combustión ha sido empleada para mejorar la vaporización del carburante inyectando este sobre superficies calientes lo que facilita el mezclado entre el carburante
20 vaporizado y el aire. En ciertos motores alternativos, tales como el motor Honda CVCC, se ha utilizado una pre-cámara para mejorar la capacidad de encendido de mezclas moderadamente pobres. Sin embargo, la utilización y el funcionamiento de la cámara de pre-combustión en este invento no es necesaria solamente para mejorar la capacidad de encendido o
25 para mejorar la vaporización del carburante sino tambien para aumentar la velocidad de combustión en unas zonas determinadas de la cámara de combustión, particularmente en
30 las porciones extremas posteriores del volumen alargado de

un motor giratorio. La pre-cámara del motor Honda CVCC, no es capaz de generar un frente de llamas de alta energía que se desplaza sustancialmente a través de la cámara principal y por tanto no aumenta, ni intenta aumentar la velocidad de combustión. Además, el elemento estructural de pre-cámara se utiliza como elemento fijo en la pared lateral del motor giratorio y no en su periferia anular; todos los intentos de la técnica anterior para utilizar una pre-cámara se han efectuado en un motor alternativo (sustancialmente diferente con respecto al tipo de problemas técnicos que se presentan) o en un motor giratorio en el cual sea empleado como capacidad móvil en el mismo rotor o en la periferia de contención del rotor que requiere un corto frente de llamas poco profundo. Basándose en una diferencia de aplicación de la pre-cámara o basándose en diferencias de configuración física y de emplazamiento de la pre-cámara, la técnica anterior ha sido incapaz de conseguir las ventajas de control de velocidad de combustión que se obtienen gracias al presente invento.

RESUMEN DEL INVENTO

Un objeto principal del invento consiste en aumentar la velocidad de combustión (mejorando el grado de control de la velocidad de combustión y al mismo tiempo aumentando localmente la velocidad de combustión) en el interior de la cámara de combustión de ciclo Otto, siendo dicho incremento más allá de la capacidad de un dispositivo de encendido por medio de bujías múltiples.

Otro objeto del invento consiste en proporcionar un motor giratorio mejorado caracterizado por una mayor potencia del motor, una reducción del consumo de carburante

y de las emisiones utilizando ya sea mezclas ricas o pobres o ambas y sin que sea necesario cambiar la forma de la cámara de combustión.

Otro objeto del invento consiste en proporcionar un aparato de combustión que permita obtener un incremento de la velocidad de combustión reduciendo las pérdidas técnicas gracias a una combinación de combustión retardada y de un incremento pre-determinado de la relación de compresión.

Otro objeto del invento consiste en proporcionar un aparato de combustión que asegure una estratificación de las cargas como control suplementario del dispositivo para facilitar el incremento de la velocidad de combustión.

Otro objeto del invento consiste en conseguir los objetos mencionados mas arriba utilizando una pre-cámara fija en la cual una carga que puede ser encendida es recibida y a partir de la cual sale una llama de soplete de alta energía no solamente para encender sino para quemar más rápidamente la mezcla de aire/carburante en la cámara principal del motor. La carga que ha de ser encendida no necesita ser estratificada (ser mas rica) con respecto a la carga de la cámara principal. Se emplea aquí el término "pre-cámara" para identificar una zona situada fuera de la cámara de combustión principal donde se produce una combustión preliminar para generar una llama de combustión de los elementos gaseosos en la cámara principal.

Otro objeto principal del invento consiste en proporcionar un método para controlar el proceso de combustión en el interior de un motor giratorio del tipo de ciclo Otto, que sirve para reducir las pérdidas térmicas durante

el proceso de combustión y obtener así una economía más importante de carburante y una reducción de las emisiones. Otro objeto del invento consiste en proporcionar un control original del proceso de combustión en un motor giratorio de tal manera que pueda funcionar con mezclas de aire/carburante tanto pobres como extremadamente pobres, que sirve para asegurar una combustión retardada aunque completa en sus cámaras, y que funciona eficazmente con relaciones de compresión mas elevadas.

10 Unas características particulares que permiten alcanzar los objetos del invento consisten en utilizar una pre-cámara no giratoria en la cual una mezcla inflamable de aire/carburante se introduce bajo presión elevada durante por lo menos una parte del ciclo de compresión de dicho motor; la pre-cámara está preferentemente situada en la pared lateral del motor giratorio y comunica continuamente con la cámara de combustión principal de dicho motor a través de un orificio, el cual está cerrado por las juntas de vértice del motor cuando pasan por él; la posibilidad de controlar el proceso de combustión limita la circulación a través de dicho orificio, como máximo en dos secuencias direccionales durante los ciclos de compresión y de expansión; la llama de soplete encendida que emana de dicho orificio y que penetra en dicha cámara principal, como resultado del encendido de una mezcla en dicha pre-cámara, presenta una energía mas importante y una penetración mas profunda cuando se sitúa el dispositivo de encendido en una posición sustancialmente adyacente al centro del volumen de la pre-cámara, utilizando una mayor relación entre volumen y orificio (incluída particularmente en la gama de $0,032-0,06 \text{ cm}^2/16,38 \text{ cm}^3$ -

0,005 a 0,01 pulg.²/ pulg.³), y reduciendo las medidas térmicas procedentes de la pre-cámara mediante la limitación de la conductividad de la brida de soporte, eliminando así las fluctuaciones de temperatura de la pre-cámara; la eficacia de la llama de soplete que penetra en la cámara principal aumenta por medio de una orientación original del soplete con un ángulo respecto a todos los lados de la cámara principal, mediante la orientación de la llama de soplete de modo que penetre en la porción extrema posterior de la cámara principal, manteniéndola llama de soplete separada de las paredes de dicha cámara principal, y dirigiendo la llama de soplete para que entre en contacto con las capas gaseosas que tienen a apagarse dentro de la porción posterior.

Las características particulares del método del invento incluyen: la introducción de una mezcla de combustible pobre en dicha pre-cámara y por lo menos solamente durante la porción inicial del ciclo de compresión de dicho motor, teniendo en particular la mezcla una relación aire/combustible incluida entre 14: y 18:; el incremento de la energía de dicha llama de soplete utilizando un gas de barrido que contiene carburante que se inyecta en dicha pre-cámara durante una parte de dicho ciclo de compresión para eliminar cualesquiera elementos gaseosos residuales procedentes de los ciclos anteriores. En variante al gas de barrido enriquecido con carburante, puede utilizar un inyección directa de carburante para enriquecer la mezcla combustible de la pre-cámara y para enriquecer parcialmente una porción de la mezcla de combustión contenida en la cámara principal.

DESCRIPCION DETALLADA DE LOS DIBUJOS

Las figuras 1-5 representan un modo de realización elemental del invento cuya utilización es preferible en una aplicación a un motor giratorio corriente. La figura 1 es una vista en sección de un motor giratorio típico tomada a través del plano central de la cámara de forma epitrocoidal, representándose en esta vista los elementos de un rotor, el carter y el sistema de encendido, de manera esquemática; la figura 2 es una vista lateral de la estructura de la figura 1, tomada sustancialmente a lo largo de la línea 2-2 de la misma;

La figura 3 es una vista parcial de la estructura de la figura 1, tomada sustancialmente a lo largo de la línea 3-3;

La figura 4 es una vista en sección, ampliada similar a la figura 3, pero que ilustra el aparato de pre-cámara; y

La figura 5 es una vista del aparato de pre-cámara de la figura 4, tomada bajo la forma de una vista en planta;

La figura 6 es una variante de realización del aparato de pre-cámara de las figuras 4 y 5;

Las figuras 7 y 8 son vistas similares a las vistas de las figuras 1 y 2 pero que representan una variante de realización utilizando dispositivos de pre-cámara dobles;

Las figuras 9-23 se refieren al aparato de barrido de gases empleado en el sistema de combustión y los controles del invento;

La figura 9 es una vista en alzado y en sección central de un aparato de barrido preferido que forma parte del sistema de encendido de pre-cámara, y representa una

parte del rotor del motor giratorio en líneas interrumpidas;

La figura D es otra vista del aparato de la figura 9 tomada a lo largo de la línea 10-10 de la misma;

5 La figura 11 es una ilustración esquemática de un sistema de barrido enriquecido con carburante util con el aparato de la figura 9;

La figura 12 es un gráfico que ilustra las variaciones del volumen de compresión del motor o la elevación de la válvula de barrido con el ángulo de cigueñal del motor;

Las figuras 13 y 14 son unas vistas similares a las figuras 11 y 12, pero que representan otra variante de realización del sistema de barrido;

15 Las figuras 15 y 16 son igualmente vistas similares a las de las figuras 11 y 12 que representan otra variante de realización del sistema de barrido;

Las figuras 17 y 18 son vistas ampliadas de un tipo de válvula de retención util con el sistema de la figura 15;

Las figuras 19 y 20 son igualmente vistas ampliadas de otro tipo de válvula de retención util con el sistema de barrido de la figura 15;

25 Las figuras 21 y 22 son unas vistas similares a las figuras 9 y 10 pero que representan una variante de realización de un motor de rotor doble;

Las figuras 23 y 24 son unas vistas similares a las figuras 9 y 10 pero que ilustran un sistema de barrido en el cual el suministro de aire se obtiene a partir del filtro de aire del motor.

Las figuras 28-31 se refieren a un dispositivo de inyección de carburante que coopera con el principio de pre-cámara del invento;

5 La figura 28 es una vista en sección y en alzado tomada a través de una parte del aparato de pre-cámara según el invento y que representa el motor en cuestión en líneas interrumpidas;

La figura 29 es una vista en sección en alzado tomada a lo largo de la línea 29-29 de la figura 28;

10 La figura 30 es una vista similar a la figura 28 que ilustra un aparato suplementario para asegurar el barrido de dicha pre-cámara; y

La figura 31 es una vista tomada sustancialmente a lo largo de la línea 31-31 de la figura 30.

15 DÉSCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO

La meta mas fundamental del invento consiste en obtener un funcionamiento mas eficaz de un motor de combustión interna. Un funcionamiento mas eficaz de un motor de combustión interna exige por lo menos una combustión mas rápida y en muchos casos es conveniente utilizar mezclas relativamente pobres y diluidas para reducir las pérdidas térmicas y las emisiones del motor. El invento alcanza esta meta fundamental mediante la creación y la utilización de una llama de soporte de alta energía controlable que se orienta de una manera nueva con respecto a la cámara de combustión de dicho motor. Además se ha comprobado que dicha llama de soplete de alta energía y dicha orientación pueden obtenerse de la manera mas favorable gracias a la utilización de un aparato de pre-cámara que facilita la consecución de dicha llama de soplete controlable de alta

20

25

30

energía y facilita además el control del emplazamiento de la llama de soplete para su orientación especial. En otras palabras, el invento mejora la posibilidad de controlar la velocidad de combustión y el emplazamiento de la combustión, mejorando así la potencia del motor, el consumo de carburante y las emisiones tanto con mezclas ricas como pobres, parcialmente en un motor giratorio de combustión interna de cuatro ciclos.

Una llama de soplete controlable de alta energía y penetración profunda se obtiene principalmente mediante el diseño de una pre-cámara de acuerdo con el invento y que presenta las siguientes características originales: Una forma de pre-cámara con un volumen interior esférico, la relación entre el volumen interior de la pre-cámara y la zona de boca de un orificio que asegura la comunicación de dicha pre-cámara con la cámara de combustión principal, la temperatura de pared de la pre-cámara, y diferentes modos de enriquecer la mezcla combustible en la precámara. El invento obtiene particularmente el control de la curva de incremento de la velocidad de combustión mediante la regulación de la dirección de la llama de soplete, la utilización de paredes o receptáculos perfilados en la cámara de combustión principal, y la disposición del orificio de comunicación bien en un radio del volumen interior esférico o mediante la utilización de una tobera de pre-cámara relativamente larga.

El invento es particularmente útil en un motor giratorio. El motor giratorio de ciclo Otto presenta varias ventajas del motor de ciclo Otto alternativo así como otras ventajas más que le son propias, concretamente:

mente: (a) presenta aproximadamente la mitad del tamaño y del peso de un motor de pistones de potencia de salida comparable, (b) es mucho menos complicado y presenta un número de piezas reducido que permite obtener un coste de fabricación mas bajo (c) gracias a la eliminación del movimiento alternativo en las piezas activas del motor, el motor giratorio evita los problemas de las fuerzas de inercia alternas porque no se trata de fuerzas de inercia desequilibradas, (d) el motor giratorio presenta un rendimiento volumétrico mas interesante que el de un motor alternativo porque el gas circula dentro y fuera de la cámara de combustión sin encontrarse con circuitos curvos o cambios de dirección en ángulo recto sino que sigue trayectos suaves a lo largo de un ángulo de rotación mas largo del eje principal; por tanto se considera como un motor de fricción reducida.

Aunque el invento presente características útiles en motores distintos de los motores epitrocoidales giratorios, los modos de realización del invento se ilustran con respecto a este tipo de motor giratorio. La cámara de combustión de un motor giratorio tiene una configuración variable y típicamente presenta un volumen alargado entre el rotor y las superficies del carter del rotor cuando está en estado de compresión máxima o de volumen mas reducido. Con el funcionamiento convencional con encendido por bujías, la propagación de la llama en la extremidad posterior de la cámara de combustión es relativamente lenta. La combustión lenta es producida por (a) la ausencia de movimiento de carga propagadora de llama y (b) el apagamiento de la llama debido a las distancias relativamente pequeñas entre el rotor y el carter del rotor. La combustión tardía y parcialmente apa

gada en la extremidad posterior disminuye la potencia, aumenta el consumo de carburante y produce emisiones de hidrocarburos de base mas elevadas de las que son convenientes a partir del motor. Una circulación de transferencia de velocidad de los gases en combustión se produce a partir de la mitad posterior de la cámara de combustión hasta la mitad delantera; debido a la velocidad elevada de la circulación masica a lo largo de las importantes superficies de la cámara de combustión, se produce una transferencia de calor sustancial desde los productos de combustión hasta dichas superficies. Esto tiende igualmente a reducir la potencia del motor y la economía de carburante.

Ademas, la cámara de combustión de un motor giratorio epitrocoidal se transforma y cambia continuamente de forma y volumen debido al movimiento planetario de los rotores. Por consiguiente el proceso de combustión es completamente diferente porque la cámara de combustión tiene una sección posterior sometida a una compresión mientras se está produciendo al mismo tiempo una expansión en la sección delantera de la cámara de combustión. Este no es el caso en un motor alternativo de pistones ya que los gases contenidos en él están siempre situados en una zona de cilindro dispuesta entre las válvulas y la bujía por un lado y la corona del émbolo por el otro, y por tanto no se divide en dos porciones variables.

Debido a las dos diferencias mencionadas más arriba, el motor giratorio es algo menos controlable en el estado actual de la técnica y es menos capaz de facilitar una variación del proceso de combustión de acuerdo con las necesidades de carga reducida, parcial o completa del mo-

tor. La combustión tardía y parcialmente apagada en la extremidad posterior produce pérdidas de energía, aumenta el consumo de carburante, y produce emisiones de hidrocarburo de base superiores a las que son convenientes a partir del motor. Debido a la velocidad elevada de la circulación masica a lo largo de las importantes superficies de la cámara de combustión, se produce una importante transferencia de calor desde los productos de combustión hasta estas superficies. Esto tiende a reducir la potencia del motor y la economía de carburante. El invento tiene por objeto superar estos defectos aumentando la velocidad de combustión y reduciendo la cantidad de calor desperdiciada en la cámara de combustión principal del motor giratorio mas allá de las capacidades del sistema de encendido convencional del tipo de bujías multiples. Esto permite igualmente mejorar el consumo de carburante, la potencia de salida y reducir las emisiones de un motor de combustión interna del tipo de ciclo Otto.

La pre-cámara es uno de los elementos estructurales básicos de control de velocidad de combustión del invento. Las cámaras de pre-combustión han sido utilizadas con éxito para otras aplicaciones en motores diesel y en motores de gasolina de tipo alternativo. En los motores diesel, se utilizan cámaras de pre-combustión para mejorar la vaporización del carburante inyectando el carburante sobre superficies calientes con el objeto de mejorar el mezclado entre el carburante y el aire. En los motores alternativos, se han utilizado pre-cámaras para mejorar solamente la capacidad de encendido de las mezclas pobres en la cámara de combustión principal sin tener en cuenta la velocidad de

combustión o las pérdidas térmicas. La simple realización del encendido de una mezcla pobre en la cámara de combustión principal de un motor giratorio no mejora necesariamente el rendimiento del motor ni mejora el control de sus emisiones. El invento asegura la capacidad de encendido de las mezclas pobres en la cámara de combustión principal, pero además asegura un incremento controlable de la velocidad de combustión en motores en los cuales la velocidad de combustión es inferior a la velocidad deseada con encendido tradicional por medio de bujías utilizando relaciones de aire/carburante ricas con válvula de carburador ampliamente abierta y relaciones de aire/carburante pobres con válvula de carburador parcialmente abierta. Esta posibilidad de controlar la velocidad de combustión es útil con mezclas pobres o enriquecidas en la cámara de combustión principal.

Examinando ahora las figuras 1-5 se representa en ellas un modo de realización preferido del invento que utiliza el procedimiento básico más sencillo del invento para facilitar el diseño más favorable en una aplicación a un motor de tipo medio (volumen de desplazamiento medio) y para conseguir un incremento inmediato de la velocidad de combustión. Un carter de motor A contiene un rotor B (dispositivo accionado) soportado adecuadamente de modo que pueda realizar un movimiento planetario en el interior de dicho carter. Las cámaras de combustión principales C de volumen variable están definidas entre la periferia del rotor y las paredes orientadas hacia el interior del carter A) que incluyen una pared de extremidad epitrocoidal 12 y unas paredes laterales paralelas 10 y 11. Un dispositivo D define un aparato de pre-cámara asociado con el dispositivo de encendido

B (figura 6). Un sistema convencional F de admisión-escape se utiliza para conducir los gases a través de un conducto de admisión 13 controlado por la succión creada en la cámara de combustión de volumen variable que se ensancha; de manera similar, un conducto de escape 14 permite la salida de los gases quemados empujados por la contracción de la cámara de combustible C de volumen variable durante el ciclo de escape. Un dispositivo de carburador convencional 15 puede ser utilizado en asociación con el sistema F para suministrar una mezcla combustible predeterminada a dicha cámara de combustión principal. Un dispositivo convencional de control de emisión 16, que tiene la forma de un reactor térmico o de un convertidor catalítico puede ser empleado para actuar sobre la emisión de los gases a partir del conducto 14.

La pared de extremidad epitrocoidal 12 del carter A está revestida típicamente con un material resistente al desgaste, tal como un recubrimiento de cromo aplicado electrolíticamente, una mezcla de níquel y carburo de silicio, o un recubrimiento aglomerado de estos materiales. El substrato que forma la parte principal del carter está hecho típicamente de aluminio; se han estudiado varias técnicas para obtener la máxima conductividad térmica de dicho carter que incluye la pared de extremidad.

El rotor B tiene una forma triangular típica con unas caras curvas 17, 18 y 19 orientadas radialmente hacia el exterior y que se cortan en unos ápices donde están situadas unas juntas de vértices 20; las juntas de vértice forman parte de un sistema de estanqueidad dinámico el cual incluye además unos segmentos de estanqueidad curvos 21 y

unas juntas de boton de esquina 22 que aseguran que los elementos gaseosos del proceso de combustión permanecen sustancialmente en la cámara de combustión principal al exterior de dichos segmentos curvos asegurando al mismo tiempo que el sistema de refrigeración líquido, por aceite, situado en el interior del rotor, se mantendrá radialmente en el interior del mismo. El rotor está soportado de manera móvil de modo que pueda girar alrededor de su propia centro 23, así como de manera planetaria alrededor de un eje 24 en el carter del motor. El rotor B tiene unas paredes laterales planas 25 y 26 adaptadas para alinearse con precisión con las paredes laterales planas 10 y 11 del carter. La anchura 27 del rotor es sustancialmente comparable a la anchura interna 28 de la cámara interna definida por dicho carter A; Dicha anchura 27 está incluida típicamente entre 7,62 y 10,16 cm (3 y 4 pulgadas). Aunque algunos rotores de forma triangular contienen depresiones en cada una de las caras curvas generalmente lisas 17, 18 y 19, estas depresiones están dispuestas y definidas como se indica aquí. En este caso, los receptáculos 28 presentan una depresión principal 28a que se extiende uniformemente a través de toda la anchura 27 de dicho rotor; la depresión 28a tiene una primera superficie inclinada 28b que se extiende a partir de la sección central de cada cara hacia la junta de vértice en la extremidad posterior de la cámara de combustión asociada C. Una inclinación posterior 28c de la depresión presenta una inclinación mas brusca y se termina sustancialmente en un punto adyacente a la junta de vértice 28. Una depresión mas pequeña 28d está centrada para asegurar una entrada progresiva hacia la depresión más amplia

28a y tiene una anchura 28e aproximadamente igual a la tercera parte de la anchura del rotor y una longitud 28f comparable a su anchura reducida.

Las cámaras principales C de volumen variable
5 consiguen el estado de volumen mas reducido durante la compresión en la posición que se ilustra en la figura 1. En este caso el punto central de la longitud de la cámara principal C-1 está alineado con el eje menor 29 de la pared epitrocoidal. En el estado de la figura 1, la mayor dimensión
10 de altura 30 de dicho receptáculo es igual aproximadamente a 1/10 la longitud de la cámara de combustión. Como resultado del movimiento giratorio del rotor en la dirección de la flecha, según se representa en la figura 1, se produce una transferencia masica de los gases en el interior de la
15 cámara de combustión principal de la manera ilustrada. Se produce tambien un movimiento de vértice o turbulento auto-generado de los gases, en razón de las ondulaciones de las paredes que definen la cámara principal, tales como el lóbulo 31 y el receptáculo 28 o los orificios formados en la
20 pared epitrocoidal 12; dicha circulación turbulenta alcanza un valor máximo cerca del eje menor 29.

En los sistemas de encendido convencionales,
se sitúan los electrodos de las bujías en una pared lateral de la cámara principal o en la periferia anular; en cualquier
25 caso se sitúan ya sea antes o despues pero muy cerca del eje menor de dicha configuración epitrocoidal. Dicha ubicación de los electrodos exige que el frente de llamas desplace hacia atras lo mismo que hacia adelante para quemar todo el volumen de gases en dicha cámara de combustión principal;
30 de manera general esto no ocurre. Aquí el sistema de encen-

dido E tiene una bujía 31 con un tubo roscado 31a situado en un tapon. de cierre metálico 43 del aparato de pre-cámara D.

El aparato de pre-cámara D, según se representa
5 más claramente en las figuras 4 y 5, está constituido por unas paredes 35 que definen un espacio 36 que tiene un volumen considerablemente inferior al volumen de una cámara de combustión principal C, y que tiene un centro situado en una posición sustancialmente adyacente aunque río arriba
10 respecto al eje menor 29 (vease figura 1) de la cámara trocoidal y que está alineado con la extremidad interna del lóbulo 31. La pre-cámara está provista de un orificio 38 que asegura la comunicación de su volumen interno con una cámara de combustión principal C cuando esta última
15 está en el estado de menor volumen, tal y como se representa en la figura 1. El carter A tiene un orificio 40 de diámetro superior al del orificio 38, que facilita esta comunicación; el orificio se considera en algunos aspectos como formando parte del conjunto de orificios, ya que el ori-
20 ficio se necesita separadamente solamente debido al hecho de que el volumen interior 36 está definido por una cápsula 41 y no por el carter A.

Las superficies 35 que definen el espacio 36 de la pre-cámara están formadas en la cápsula 41 conductora del calor con paredes finas. La cápsula está constituí-
25 da preferentemente por una aleación metálica resistente a las temperaturas elevadas o equivalente, y está instalada en un receptáculo 42, complementario, aunque más amplio formado en una de las paredes laterales del carter A del mo-
30 tor giratorio. Las paredes laterales están constituidas tí-

picamente de hierro fundido o aluminio fundido, que tienen características de conducción térmica elevada. La extremidad superior 41a de la cápsula 41 está abierta lo mismo que la extremidad superior 42a del receptáculo; estas extremidades abiertas están cerradas por el dispositivo de encendido E que puede incluir un obturador roscado 43 situado a rosca en la extremidad 42a. El obturador 43 soporta un conjunto de bujía enroscado en él, estando dotado este último de un par de electrodos 44 y 45 que sobresalen en el espacio interno 36 de la cápsula. La cápsula tiene una brida anular 46 en su extremidad abierta 41a que puede ser cónica a lo largo de una superficie externa 46a de la misma o que puede presentar cualquier otra forma adecuada para que pueda adaptarse íntimamente con una superficie correspondiente 47 de un alojamiento de receptáculo. La brida de precámara 46 está en contacto directo con el carter del motor, según se representa en las superficies 46a y 46b. Una junta adecuada de aislamiento térmico y de cierre hermético 48 impide un contacto conductor del calor con el metal del obturador 43 lo que facilita el control de la temperatura de la cápsula 41. La cápsula de la precámara está diseñada especialmente para presentar un intervalo o espacio de aislamiento térmico 49 entre ella y el carter del motor en todos los demás emplazamientos salvo en las superficies 46a, 46b, y en la junta. En el caso de no utilizar un obturador separado 43 para soportar la bujía, la bujía puede montarse directamente en el carter y la cápsula puede dotarse de roscas separadas; sin embargo, esta modificación agudiza verdaderamente el problema de la transmisión del calor.

30 Para situar correctamente la cápsula durante la

instalación, un pasador de posicionamiento 50 está situado en el fondo del receptáculo 42; la cápsula de la pre-cámara está provista de una ranura 51 en su fondo de modo que cuando se introduce la cápsula para poner en contacto las superficies 46a con las superficies complementarias, es posible hacer girar la cápsula para acoplar un lado de la ranura 5 con el pasador 50 lo que permite alinear automáticamente con precisión el orificio 35 con el agujero 40. El pasador de posicionamiento puede instalarse en otros puntos adecuados e igualmente pueden emplearse otros métodos de posicionamiento adecuados capaces de asegurar una alineación correcta del orificio de salida de la cápsula de la pre-cámara con el orificio de la llama de soplete en el carter del motor.

La temperatura de la cápsula de la pre-cámara se controla de tal manera que la capacidad de encendido y la combustión rápida de la carga de la pre-cámara sean facilitadas sin producir un pre-encendido a cargas elevadas del motor. Esto se consigue controlando adecuadamente la circulación del calor a partir de las paredes de la cápsula de pre-cámara (de espesor generalmente uniforme incluido aproximadamente entre 1,27 y 2,5 mm - 0,05 y 0,1 pulgadas) a través de la superficie de contacto (generalmente incluida entre 6,45 y 16,1 cm² - 1 y 2,5 pulgadas²) de la brida de la cápsula con el carter; para obtener un enfriamiento más importante es posible cambiar el espesor de la pared de la cápsula, puede aumentarse el tamaño de la superficie de contacto de la brida con el carter del motor y puede aumentarse la capacidad de refrigeración del sistema en el carter del motor alrededor de la zona de pre-cámara (esta última no se

representa). Además, el intervalo de aire 49 alrededor de la cápsula de pre-cámara puede reducirse suficientemente para que la dilatación térmica de la cápsula de lugar al cierre del intervalo proporcionando así una refrigeración suplementaria cuando se produce un calentamiento anormal de la cápsula. Estos métodos de control de la temperatura de la cápsula de pre-cámara pueden emplearse en otros modos de realización del invento.

Aunque la cámara de pre-combustión pueda construirse sin la cápsula de espesor reducido que se describe aquí, se obtendrán todavía ventajas sustanciales aunque la ausencia de una cápsula reduzca la eficacia de la llama de soplete en razón de las pérdidas térmicas procedentes de la pre-cámara.

La pre-cámara diseñada aquí proporciona la descarga de una llama de soplete penetrante a gran velocidad en la cámara de combustión principal en una dirección controlada y a través del receptáculo 28. El receptáculo 28 de la cámara de combustión está construido en la extremidad posterior de cada cara del rotor y cerca de la misma. El receptáculo sirve tres funciones; permite la penetración de una llama de soplete en la cámara principal durante un intervalo de ángulo de cigüeñal necesariamente largo sin chocar directamente con las caras del rotor, estimula el arrastre o la inducción de una circulación de carga alrededor de la llama de soplete (véanse las flechas numeradas 56), lo que aumenta el mezclado entre la carga quemada y la carga no quemada, incrementando así la velocidad de combustión; el receptáculo de combustión 28 reduce el enfriamiento de la llama que se produciría en razón de las distancias reducidas

entre el carter del rotor y el rotor. Cuando la combustión se inicia en la pre-cámara, el volumen de los gases que queman aumenta en esta y los gases tienden a salir fuera del volumen de la pre-cámara a través del orificio 38 y del orificio 40 que se abre en la cámara de combustión principal de la manera indicada más arriba. Además, en condiciones favorables, puede hacerse que llama de soplete 55 penetre lejos en la cámara principal y produzca un movimiento secundario de arrastre de carga (veanse flechas 56 en la figura 2).

10 Si la llama de soplete presenta una energía térmica suficiente, puede formar rápidamente una superficie de llama que se ensancha constantemente en la cámara principal debido al mezclado intensivo entre la carga que quema y la carga no quemada. Este proceso puede dar lugar a un incremento sustancial de la velocidad de combustión en la proximidad de

15 la llama de soplete.

La forma de la llama de soplete puede ser cambiada para obtener los resultados apetecidos. Por ejemplo, en el caso de una cámara de combustión principal más amplia,

20 se desea aumentar la velocidad de combustión y por tanto puede hacerse que la llama de soplete sea más penetrante para producir un mayor arrastre con una cantidad de energía térmica más elevada. En general, se necesita más energía térmica para mezclas más pobres y para obtener un incremento superior de la velocidad de combustión. El movimiento secundario de arrastre de carga para mezclar los gases de la llama de soplete y la mezcla no quemada puede ser facilitado por

25 la forma de la cámara de combustión. Las pérdidas térmicas entre la llama de soplete y las superficies de la cámara de combustión principal pueden reducirse a un valor mínimo eli-

30

minando los impactos excesivos de la llama de soplete sobre dichas superficies.

El orificio a partir del cual y a través del cual emana la llama de soplete tiene un diámetro ligeramente inferior a la anchura 59 de la junta de vértice del motor (típicamente de aproximadamente 5 a 7,6 mm. - 0,2 a 0,3 pulgadas); la línea central 60 del orificio 40, a su entrada en la cámara de combustión principal, está situada radialmente aproximadamente en una cara del rotor y está alineada con la línea central 61 de la cámara de combustión en su estado de volumen mas pequeño. Este emplazamiento impide los escapes entre los volúmenes del motor cuando la junta de vértice pasa delante del agujero de la llama de soplete.

La dirección de la llama de soplete se controla utilizando cualquiera de los siguientes dos procedimientos: (a) situando el centro del orificio 38 en un radio del volumen interior generalmente esférico 36 de la pre-cámara si ocurre que el orificio tiene una longitud muy corta, o (b) utilizando un conducto de forma alargada 62 (vease figura 6) que define dicho orificio 38 que constituye una tobera y por tanto la línea central 63 de dicha tobera puede determinar la dirección de la llama de soplete. En cualquier caso, la llama de soplete forma un ángulo con relación a un conjunto de tres planos perpendiculares que pasan por un eje de la pared epitrocoidal 12. Como se ve mas claramente en la figura 2, la llama de soplete está orientada en cierto grado en un sentido opuesto al movimiento del rotor, aproximadamente hacia el centro de la masa contenida en el receptáculo 28 cuando el encendido está programado para obtener el

compromiso deseado entre economía de carburante y emisiones reducidas. Al mismo tiempo, la velocidad de descarga de la llama de soplete así como la energía térmica de la llama de soplete se ajustan para que sean suficientemente elevadas para asegurar el incremento necesario de la velocidad de combustión. Con el objeto de mantener un elevado rendimiento de encendido de la llama de soplete, esta está orientada entre el rotor y las superficies del carter del rotor de tal manera que se impida que se produzcan excesivas pérdidas de energía cinética y excesivas pérdidas de energía térmica a partir de la llama de soplete.

En el caso de motores de desplazamiento importante o cuando se desea obtener una combustión eficaz de mezclas sustancialmente mas pobres que las mezclas estequiométricas o mezclas altamente diluidas, pueden generarse dos llamas de soplete 57 y 58 a partir de las pre-cámaras D-2 y D-1 respectivamente, tal y como se ilustra en las figuras 7 y 8. En este caso, la llama de soplete principal de energía mas elevada 58 puede emplearse para la porción posterior mientras que la llama de soplete secundaria de energía más reducida 57, puede utilizarse para la porción delantera de la cámara de combustión principal. Las llamas de soplete están orientadas en sentidos opuestos, estando la llama de soplete principal orientada en sentido contrario a la dirección 64 de la circulación, y a la rotación del rotor, mientras que la otra está generalmente orientada aproximadamente en la misma dirección que la de rotación y de circulación de los gases en la porción delantera. Se observará que la diferencia de energía entre las dos llamas de soplete se ilustra de alguna manera por las longitudes diferentes 65 y 66

de las llamas de soplete. Para motores de desplazamiento todavía mas importante y para obtener un incremento todavía superior de la velocidad de combustión, pueden utilizarse 3, 4 o más llamas de soplete de acuerdo con los principios del invento descritos mas arriba.

5 En el diseño estructural particular de la cámara de pre-combustión influyen las siguientes consideraciones importantes:

(1) el tamaño del orificio de salida de la pre-cámara se utiliza para controlar la penetración de la llama de soplete y la duración de la descarga. Un orificio de salida de menor superficie produce una velocidad de descarga más elevada y una mayor penetración hasta un cierto límite. Se evita un orificio excesivamente pequeño porque produce una velocidad de descarga de la llama de soplete excesivamente lenta y una reducción eventual de la penetración. Además, las pérdidas de energía calorífica hacia las superficies del orificio de salida pueden llegar a ser excesivas. Se evita una penetración excesivamente profunda porque podría producir choques a gran velocidad sobre las superficies alejadas de la cámara de combustión, dando lugar a excesivas pérdidas de energía térmica a partir de la llama de soplete.

(2) Se utiliza la elección del volumen de la pre-cámara para controlar la energía calorífica de la llama de soplete. Una pre-cámara mas amplia asegura una mayor energía térmica de la llama de soplete. En los motores giratorios, el volumen total de la pre-cámara debe ser, y es típicamente inferior al 50% de la totalidad del volumen de la cámara de combustión principal porque existe necesariamente un cierto volumen mínimo entre el rotor y las superficies del carter del rotor. Se ha comprobado que una relación volumé

trica incluida entre 12 y 45% es util para las finalidades del invento.

(3) Se utiliza el control de la temperatura de las paredes de la pre-cámara para influir en la penetración de la llama de soplete así como en la energía térmica de la misma en un menor grado. Una temperatura mas elevada de las paredes de la pre-cámara aumentará la temperatura de la carga de la pre-cámara; esto aumenta la capacidad de encendido, la velocidad de combustión y la velocidad de expansión de los gases en la pre-cámara. Por consiguiente, la velocidad de descarga de la llama de soplete y la penetración de la misma, aumentan ambas. El límite superior de temperatura de las paredes de la pre-cámara está situado en el comienzo del pre-encendido usualmente con la válvula de carburador ampliamente abierta y utilizando mezclas ricas. Las paredes de la pre-cámara según el invento se enfrían suficientemente para evitar el auto-encendido (mediante eliminación del calor a través de la zona de contacto de la brida o mediante un contacto predeterminado de las paredes laterales y mediante las pérdidas por radiación hacia el carter enfriado por agua).

(4) La dirección o la orientación de la llama de soplete se controla principalmente por la posición relativa del orificio de salida de la cámara de combustión hacia el volumen de la pre-cámara. En el caso de un conducto de salida corto, por ejemplo un orificio formado en una capsula de paredes finas, la línea central natural de la llama de soplete coincidirá sustancialmente con un radio de la porción esférica del volumen de la pre-cámara que pasa por el centro del orificio. Es preferible que la superficie de sa-

lida del orificio sea casi perpendicular a este radio. Si la superficie del orificio de salida (sección transversal) está dispuesta en un plano sustancialmente no perpendicular a este radio, la dirección de la llama de soplete es menos segura y la llama de soplete tiende a dispersarse ya que la penetración tiende a disminuir. Por consiguiente, el volumen de la pre-cámara y la superficie del orificio de salida, en el caso de un conducto de salida corto, deben situarse (a) de tal manera que el radio entre el centro del volumen de la pre-cámara y el centro del orificio de salida coincida sustancialmente con la dirección prevista de la llama de soplete y (b) de tal manera que la superficie del orificio de salida sea preferentemente sustancialmente perpendicular a este radio.

En algunas aplicaciones de este invento, puede ser necesario que la llama de soplete sea dirigida de manera diferente respecto a la dirección natural de la llama de soplete. Esto puede ser aconsejable cuando se inyecta carburante en la pre-cámara, incluso si la mezcla de combustible primaria penetra a partir de la cámara principal a través del orificio o del conducto; se desea un mezclado toroidal y este puede conseguirse mas favorablemente por medio de un conducto situado en una tangente o una cuerda de la porción esférica. En la figura 6 se ha utilizado un conducto de descarga 62 con una longitud 62a sustancial y una relación sustancial entre longitud y diámetro. El conducto de salida de forma alargada 62 está preferentemente aislado térmicamente con relación al metal del carter del motor refrigerado. El conducto de forma alargada 62 desprovisto de aislamiento térmico puede ser utilizado de manera

satisfactoria en algunos casos menos críticos. Esto produce sin embargo una cierta pérdida de energía térmica a partir de la llama de soplete lo que reduce algo su eficacia. El orificio 64 formado en el carter presenta igualmente un diámetro ligeramente superior al diámetro del conducto 62 para impedir las pérdidas térmicas en la llama de soplete, y está situado en la línea central 63 del conducto.

(5) La forma preferida del orificio de salida de la pre-cámara es un agujero o un conducto circular único. Pueden igualmente utilizarse con éxito dos o más agujeros circulares o una ranura de forma alargada de superficie equivalente. Pueden conseguirse mejoras ya sea descargando dos o mas llamas de soplete en direcciones diferentes a partir del mismo emplazamiento o descargando una llama de soplete plana entre superficies paralelas muy próximas. Sin embargo, las desviaciones a partir del agujero de descarga circular tienden a reducir la penetración de la llama de soplete y aumentar las pérdidas de energía calorífica en razón de la mayor superficie del conducto de descarga.

Una de las diferencias principales de este invento respecto a la técnica anterior es la manera con la cual se llena la pre-cámara con una mezcla de combustible. Ya que la única comunicación con la pre-cámara durante el ciclo de compresión del motor se efectúa a través de un orificio (tal como 38 y 40 en la figura 4) que comunica con la cámara de combustión principal, la única mezcla que puede penetrar en la pre-cámara es la mezcla aspirada por un sistema de aspiración convencional 15 del motor. En el caso de que dicha mezcla aspirada sea relativamente rica (conteniendo una pequeña cantidad de partículas de carburante no va-

porizadas) es preferible utilizar el modelo de pre-cámara de la figura 6. En este caso, el orificio 62 está situado en una línea central 63 que puede ser una tangente o una cuerda del volumen interior esférico 35 en el fondo de la cápsula. Esto tiende a crear un mezclado toroidal en el interior de la pre-cámara cuando se alimenta la pre-cámara con gases durante la compresión y facilita su vaporización más completa. En el caso del modo de realización de las figuras 1-5, se trata de una construcción de pre-cámara del tipo de carga sustancialmente no estratificada; una carga pobre procedente del carburador puede ser aspirada en primer lugar en la cámara principal y a partir de esta en la pre-cámara. La mezcla pobre se enciende en la pre-cámara en razón de la mayor concentración de calor transferida a partir de las paredes de la cápsula hacia la carga de la pre-cámara y en razón de la presencia del dispositivo generador de chispas E.

BARRIDO DE LOS GASES DE LA PRECAMARA

La penetración de la llama de soplete y la energía de la misma pueden aumentarse reduciendo el contenido residual de gases de la carga de la precámara mediante la utilización de varios grados de barrido según se define aquí. Las figuras 9-24 representan varios modos de realización que permiten obtener este efecto. Una precámara no barrida, de acuerdo con los modos de realización anteriores, se carga total o parcialmente a partir de la mezcla de la cámara de combustión principal y por tanto contiene productos de combustión procedentes de los ciclos anteriores. Por consiguiente, el contenido de gases residuales de la carga de la precámara incluirá (a) el porcentaje residual de la

carga de la cámara de combustión principal y (b) de 8 a 15% de gas residual retenido, procedente de la precámara propiamente dicha. Reduciendo el contenido de gases residuales de la precámara, la cantidad de mezcla combustible así como la velocidad de combustión aumentarán en la precámara y esto permitirá aumentar a la vez la penetración de la llama de soplete así como la energía térmica de la misma.

Las figuras 9-12 ilustran un primer sistema de barrido así como la estructura correspondiente. Una cápsula de precámara 70 está instalada en la pared deslizante 71 del carter del motor de la misma manera que en el modelo no barrido de los modos de realización anteriores.

El dispositivo de encendido E y el orificio de salida 72 tienen cada uno unas líneas centrales E-1 y 72a, respectivamente, que están dispuestas sustancialmente en ángulos rectos la una respecto a la otra y en ángulo recto respecto a la línea central 73 de accionamiento de válvula de un mecanismo o dispositivo de barrido G. La cápsula 70 tiene una pared relativamente fina 74, el orificio 72 tiene una longitud corta y está generalmente situado en un radio de la porción interna redondeada o generalmente esférica 75; Los electrodos 76 y 77 sobresalen en el interior de la cápsula del dispositivo de precámara D y están situados en la línea central E-1. Un orificio 78 está formado a través de la cápsula para permitir el paso de dichos electrodos. Una brida 79 de la cápsula asegura el contacto con el carter en la superficie cónica 80 y en la superficie cilíndrica 81; además la superficie cónica 82 de la brida se adapta a una superficie cónica complementaria de un elemento de inserción de soporte 83 para el dispositivo G. El intervalo

aislante predeterminado que rodea la cápsula para controlar la temperatura de las paredes de la cápsula está de acuerdo con los principios descritos mas arriba.

El mecanismo de barrido G sirve para controlar un conducto de gases de barrido 84 situado en el carter A y en el elemento de inserción de soporte 83; el conducto 84 penetra en una cámara de válvula 85 que comunica con la capsula en un emplazamiento céntrico a través del orificio 86 de la válvula definido por el asiento de válvula cónico. La válvula 87 tiene una superficie cónica 87a que sirve para cerrar el orificio 86 de la válvula. Por tanto, la válvula de barrido se abre en el volumen interno de la precámara y esta operación se realiza periódicamente mediante el funcionamiento de un mecanismo de leva 88 que supera la fuerza de un muelle 89 que tiende normalmente a cerrar dicha válvula; el muelle 89 tiene una extremidad que se apoya contra el elemento de inserción 83 y otra extremidad que se apoya contra un resalte 90 sujeto en el vástago 91 de la válvula, haciendo que la válvula 87 sea empujada hacia arriba (figuras 9 y 10). El mecanismo 88 tiene una leva 88a que sirve para empujar cíclicamente el elemento 88b hacia abajo, superando la fuerza del muelle, con el objeto de abrir la válvula 87. La leva 88a puede ser accionada por la correa 93 que recibe su energía a partir del árbol excéntrico 94 del motor (vease figura 11).

El funcionamiento o el movimiento de la válvula de barrido de precámara puede controlarse por unos medios distintos del mecanismo de leva 88 que se ilustra en las figuras 9 y 10. Estos otros medios pueden incluir un solenoide eléctrico o un sistema eléctrico de conmutación de

energía adecuado. La utilización de un solenoide eléctrico y de un sistema de conmutación de energía es mas factible en un motor giratorio porque la diferencial de presión a través de la superficie 92 de la válvula de barrido, que
5 tiende a facilitar tanto la apertura como el cierre de la válvula 87, es importante en todas las condiciones de funcionamiento, incluso cuando la válvula de carburador está ampliamente abierta. Además, el solenoide puede ser accionado sustancialmente antes de la apertura de la válvula por
10 que la presión de combustión tiende a mantener la válvula cerrada incluso a pesar de la fuerza magnética del solenoide.

Las precámaras, descritas mas arriba, están situadas en una zona adyacente a la mitad posterior de la cámara de combustión principal donde la cámara de combustión
15 principal presenta sustancialmente su volumen mas pequeño. De este modo, el orificio de salida de la precámara puede descargar la llama de soplete durante un tiempo que corresponde a un ángulo de rotación del cigueñal suficientemente importante (100-180°) para permitir un incremento eficaz de
20 la velocidad de combustión según se ilustra en el gráfico de la figura 12.

El sistema utilizado en estos modos de realización (véase figura 11) tiene su conducto de barrido 84 conectado con un compresor de gas 95 (accionado por la correa 96 igualmente a partir del arbol 94) para constituir
25 una fuente de suministro de gas de barrido; el compresor 95 comprime una mezcla gaseosa procedente del sistema de admisión del motor (por ejemplo procedente del carburador 15) o simplemente procedente del aire ambiente y la conduce a
30 un acumulador de gas de volumen reducido 97 bajo una presión

superior a la presión del colector de admisión. A partir del acumulador, el gas es introducido o liberado en la precámara cuando se abre la válvula de barrido 97. La vaporización completa de la mezcla pura en el conducto 84 está asegurada por un intercambiador termico 99 o por una camisa de calentamiento situada alrededor del conducto 84; el intercambiador térmico recibe los gases de escape calientes por medio del conducto 100 y hace circular los gases alrededor del conducto 84; después de suministrar su calor, los gases vuelven por el conducto 101 al sistema de escape del motor. El intercambiador puede utilizar en variante el refrigerante del motor.

La válvula de barrido 97 es accionada por la leva sincronizada con el árbol excéntrico del motor. Como se ve en la figura 12, la válvula de barrido 97 se abre mientras el orificio de salida de precámara está abierto hacia el volumen del motor que está en el mismo comienzo de su período de compresión. Permanece abierto hasta que la presión de compresión sea aproximadamente igual a la presión de los gases de barrido. Durante el periodo de barrido, el gas de barrido, que es una mezcla de admisión pura, arrastra los gases residuales fuera de la precámara y hacia la cámara de combustión principal. La capacidad del compresor de barrido 95 ha de ser suficiente para suministrar una cantidad de gas de barrido a una presión y con un volumen adecuadamente superiores a la presión y al volumen de la precámara. Al final del período de barrido, la cámara de precombustión se llena con una mezcla pura. Durante el resto de la carrera de compresión, una mezcla suplementaria penetra en la precámara a partir del volumen del motor. Esta carga adicional

contiene una cierta cantidad de gases residuales pero sin embargo, al final de la carrera de compresión, la precámara contiene menos gases residuales que la cámara de combustión principal.

5 En general, tanto mas elevada es la presión del gas de barrido generada por el compresor cuanto mas bajo es el contenido de gases residuales de la precámara. El compresor permite un barrido sustancialmente mas eficaz que en la precámara con barrido natural característico de los
10 motores de pistones. Ademas, el conducto de gases de barrido puede dotarse de un control de válvula de regulación para controlar la circulación del gas de barrido si se desea en ciertas condiciones de funcionamiento.

 Un aumento suplementario de la capacidad de encendido de la carga de la precámara, de la penetración de
15 la llama de soplete y de la energía de esta última, pueden obtenerse mediante el incremento de la riqueza de la carga de la precámara por medio de adiciones de carburante al gas de barrido. Una mezcla estequiométrica o mezcla algo mas rica en la precámara aumenta la capacidad de encendido, la ve
20 locidad de combustión y la velocidad de incremento del volumen en esta cámara. La velocidad de descarga de la llama de soplete aumenta así y por tanto tambien aumenta su penetración; la energía calorífica de la llama de soplete aumenta porque contiene mas carburante. El carburante que se añ
25 ta por que contiene mas carburante. El carburante que se añ de al gas de barrido de la precámara está casi totalmente vaporizado en el momento en que penetra en la precámara. Esto es conveniente con el objeto de reducir la refrigeración excesiva de las paredes de la precámara por el carburante líquido y tambien para minimizar la formación de de
30

pósitos en la precámara y en la bujía.

Con esta finalidad, un pequeño carburador secundario 105 provisto de una válvula de regulación 119 se utiliza con un orificio de salida de carburante 106 que penetra por un venturi 109 en el conducto de gases de barrido 84, según se ilustra en la figura 13. La cuba de flotador 107 del carburador comunica en 108 con el conducto de gases de barrido 84. La presión de suministro de carburante al carburador secundario se ajusta adecuadamente de acuerdo con la presión variable del gas necesaria en la cuba de flotador. De este modo se regula la adición de carburante para aplicar al conducto de gases de barrido una cantidad variable de carburante de enriquecimiento que corresponde a la presión de los gases de barrido que fluyen a través del conducto 84. Esta adición de carburante permite obtener una relación de mezclado constante si se utiliza con un acumulador que se mantiene a una presión determinada por medio de un compresor. En este caso, la presión acumulada se obtiene a partir de la cámara C.

Una variante importante del sistema de barrido de la figura 13 es el efecto de auto-barrido. El gas de barrido se toma a partir del volumen de compresión del motor y a través de un orificio de barrido 110 y de una válvula de retención 111 de peso reducido del acumulador de barrido. El orificio de barrido está situado en una de las paredes laterales del carter A del motor, cerca del carter del rotor. El tamaño del orificio es suficientemente pequeño para que la anchura de la junta de vértice 20 pueda cubrirlo totalmente. El orificio de barrido está situado de modo que esté sometido al volumen de compresión del motor sustancialmente

hasta el final del período de compresión. La junta de vértice 20 pasa por él ligeramente antes de empezar la combustión.

El pasillo 112 comunica por el orificio 110 con la cámara 113 de la válvula 111. Un disco de válvula de retención 114 está empujado por un muelle 115 para mantener la válvula cerrada hasta que se obtenga una presión diferencial capaz de superar la fuerza del muelle. El funcionamiento seguro de la válvula de retención está asegurado porque la presión que contribuye en su abertura es elevada en todas las condiciones de funcionamiento del motor. Con este diseño, la mezcla de carga de cámara principal fresca procedente del carburador llena el volumen del acumulador de barrido 97 casi hasta la presión máxima de compresión (véase figura 14). Al comienzo de la siguiente carrera de compresión, el orificio de salida 72 de la precámara comunica con el volumen de compresión. En este momento, la válvula de barrido 97 está abierta por una leva o un solenoide (según el caso) y la mezcla de barrido bajo presión se dilata en la precámara arrastrando los gases residuales hacia el volumen de compresión sometido a una presión mas baja. Con este diseño, el porcentaje de contenido de gases residuales de la precámara es igual al de la cámara de combustión principal porque el gas de barrido se toma a partir de la carga del motor. Sin embargo, el contenido residual es inferior que el de la cámara de pre-combustión no barrida.

La adición de carburante en el conducto de gases de barrido puede efectuarse por otros medios auxiliares tales como otros tipos de carburadores de presión, inyección continua de carburante o inyección de carburante con control

por impulsos en el sistema de control muy simplificado. Una variante interesante del modo de realización de la figura 13 incluye el procedimiento que consiste en tomar el gas de barrido bajo la forma de aire fresco procedente del filtro de aire del motor. Este sistema puede aplicarse con éxito con o sin adición de carburante en el conducto de gases de barrido. Cuando se añade carburante, es necesario efectuar un calentamiento intensivo del gas de barrido entre el punto de introducción del carburante y la cámara de pre-combustión. El calentamiento por medio de los gases de escape es ventajoso porque pueden utilizarse temperaturas de paredes del conducto de hasta 149 a 260°C (300 a 500°F) para realizar una vaporización completa del carburante en mezclas de gases de barrido muy ricas. El intercambiador térmico 99 tomará por tanto una configuración muy parecida a la prolongación del colector de escape. Como se ha indicado anteriormente, es conveniente realizar una vaporización completa del carburante para evitar la formación de depósitos excesivos en la precámara y para impedir una refrigeración excesiva de las paredes de la cápsula de la precámara.

Para simplificar todavía más el concepto de auto-barrido, la válvula de barrido accionada por leva o solenoide puede ser emplazada por una válvula de retención utilizada para efectuar el control del barrido, según se ilustra en las figuras 15 y 16. Con esta finalidad, la válvula de retención de barrido 120 se abrirá hacia el volumen de la cámara de precombustión. La válvula tiene un elemento de válvula cerrado 122 normalmente empujado hacia arriba por el muelle 121 para asegurar un cierre hermético a lo largo de su margen contra el resalto anular del orificio 123; el

muelle tiene una extremidad apoyada contra el disco 124 soportado por el vástago de la válvula.

Durante la combustión, la presión de gas elevada en la cámara C y un muelle 121 de fuerza adecuadamente reducida mantienen la válvula de retención de barrido cerrada (vease figura 16). Cuando el ciclo de suministro de energía ha progresado sustancialmente, el rotor del motor gira y el orificio de salida 72 de la precámara comunica con el volumen de compresión del motor en una fase temprana del período de compresión. En este momento, la presión del volumen de compresión es sustancialmente inferior a la presión que reina en el acumulador de barrido 97 la cual es casi igual a la presión de compresión. La diferencia de presión es importante en todas las condiciones de funcionamiento del motor. Por tanto, es suficiente superar la inercia de la válvula de retención de barrido 120 y el barrido se efectuará durante la porción temprana del período de compresión. En la fase ulterior del período de compresión la válvula de retención de barrido de precámara 120 se cerrará, y la válvula de retención de acumulador de barrido 111 se abrirá, con lo cual el volumen del acumulador de barrido se llenará de nuevo casi hasta la presión máxima de compresión. La utilización de una válvula de retención de barrido de precámara 120 de este tipo es mucho mas facil en los motores giratorios que en los motores de pistones. En los motores giratorios, la diferencial de presión que abre y cierra la válvula de retención de precámara 120 es elevada en todas las condiciones de funcionamiento, incluso cuando la válvula de mariposa está ampliamente abierta; en los motores de pistones la diferencial de presión disminuye cuan

do la carga aumenta.

Un procedimiento todavía mas simplificado para un sistema de barrido de precámara consiste en utilizar una valvula de retención de flotación libre 125 según se
5 representa en las figuras 17 y 18. La válvula 125 tiene un disco plano 126 con unas ranuras 127 separadas circunferen-
cialmente alrededor de él. La pared interna 127a de cada ranura está inclinada de la manera ilustrada pero está dis-
puesta para constituir una superficie sólida impermeable
10 128 que cierra el orificio 129 cuando entra en contacto con el reborde 130. El borde externo 131 de la válvula está cons-
truido con una superficie semiesférica. El asiento de válvu-
la está en la superficie de fondo plana del dispositivo de retención de la cámara de precombustión. La parte superior
15 de la cápsula de precámara 70 está provista de un escalón 70a que dota la válvula de retención de una superficie de limitación de posición abierta 132. El diámetro del espacio 133 de la cápsula de precámara, encima del escalón 70a, es ligeramente superior al diametro de la valvula 125 para que
20 sea posible controlar la válvula. La carrera 134 de la válvula es relativamente pequeña de tal manera que durante las inversiones de presión, la válvula tome rápidamente cual-
quiera de sus posiciones extremas. Las ranuras alrededor del borde de la válvula sirven como conducto de circulación
25 cuando la válvula está abierta. El borde semiesférico 131 sirve para impedir el bloqueo de la válvula en una posición no controlable. El contacto entre el disco 126 de la válvula y el asiento 130 de la válvula es suficientemente importante para asegurar una refrigeración eficaz del cuerpo de la vál-
30 vula; la superficie de contacto es igual por lo menos al 15%

de la superficie de la boca de la válvula.

Una versión de válvula de retención de barrido dotada de muelle de presión se representa a escala ampliada en las figuras 19 y 20. Esta construcción es similar a la
5 de la válvula de retención de flotación libre. Un vástago de válvula de retención 140 se extiende a partir del centro del disco de válvula 141 normalmente cerrado. El disco tiene ranuras 142 con paredes inclinadas 142a orientadas hacia el interior. Este diseño permite utilizar para el cierre de
10 la válvula un muelle de válvula fabricado adecuadamente para un funcionamiento a gran velocidad. En el caso de los modos de realización de motores giratorios que incluyen dos rotores, el sistema de barrido puede ser el que se ilustra en las figuras 21 y 22. El orificio de barrido 110-1 o 110-2
15 de cada cámara de rotor está conectado con la válvula de barrido de precámara del otro rotor (120-1 y 120-2 respectivamente). La circulación de barrido se produce porque, cuando la presión de compresión es elevada en el volumen de presión de un rotor, es baja en el volumen de compresión del otro ro-
20 tor. Por consiguiente, no se necesitan dos válvulas de retención de transferencia de barrido (tales como 111 en la figura 15). Sin embargo, para el enriquecimiento de la mezcla de barrido se necesitan dos sistemas secundarios de carburante (105-1 y 105-2). Las válvulas de precámara 120 pue-
25 den accionarse mecánicamente o por medio de un solenoide y cualquiera de los modelos de válvula de retención de las figuras 17 o 19 puede ser utilizado.

Para obtener un barrido con aspiración natural y un barrido del tipo de contracorriente, puede utilizarse el modo de realización de las figuras 23 y 24.
30

Cuando se utiliza para el barrido la contracorriente, la válvula de barrido 150 de la precámara puede accionarse bien por una leva o por un solenoide. La válvula de barrido 150 está conectada por un conducto 151 bien con el filtro de aire o con el colector de emisión del motor. Durante el período de combustión (según se representa en la figura 24) cuando la precámara comunica con el volumen de combustión del motor, la válvula de barrido 150 está abierta. Por tanto, se produce una circulación de fuga desde el volumen de compresión a través de la precámara y de la válvula de barrido, volviendo al sistema de admisión de presión más baja. La circulación a contracorriente purga los gases residuales de la precámara y los sustituye por una mezcla de carga del motor. Por consiguiente, el contenido de gases residuales de la precámara es igual al de la cámara de combustión principal. El enriquecimiento de la precámara no es posible en esta aplicación. La velocidad de barrido a contracorriente se controla ya sea por una pequeña válvula de regulación 152 situada en la tubería de barrido o por medio de un orificio fijo. Cuando se utiliza el sistema de la figura 23 para una combinación de barrido de aspiración natural y de barrido a contracorriente, la válvula de barrido ha de ser accionada por un solenoide en combinación con un sistema de accionamiento de programación variable (no representado). Además, el conducto de barrido 151 debe conectarse con el filtro de aire y debe incluir bien un pequeño carburador o algún tipo de sistema auxiliar de inyección de carburante (no representado). En condiciones de funcionamiento con carga reducida, cuando el vacío es elevado en el colector, la válvula de barrido se abrirá tan pronto como la jun

ta de vértice descubra el orificio de salida de la precámara en el volumen de compresión del motor. En este momento, de manera preferida, el periodo de admisión está todavía en curso; durante las fases iniciales del periodo de compresión, la presión de carga es todavía inferior a la presión atmosférica debido al vacío elevado en el colector. Por tanto, existe un periodo de tiempo durante el cual se produce una circulación de barrido desde el filtro de aire a través de la precámara hasta el volumen del motor. Ya que se añade carburante a la circulación de barrido, la precámara es barrida y llena con una mezcla rica. La válvula de barrido se cerrará a continuación antes de que la presión de compresión alcance un punto en el cual podría producirse una circulación a contracorriente sustancial. Este tipo de barrido con aspiración natural puede mantenerse solamente dentro de la porción inferior de la gama de cargas. Con cargas elevadas, cuando el vacío es reducido en el colector, la velocidad de circulación del barrido y la duración de la diferencia de presión favorable disminuye. Más allá de una carga determinada, el barrido de la precámara es solamente parcial. Un funcionamiento eficaz con precámaras tan solo parcialmente barridas o no barridas es posible en ciertas condiciones menos críticas. Sin embargo, en ciertas condiciones, es útil realizar un barrido a contracorriente de la precámara con cargas elevadas. En este caso, la duración de abertura de la válvula de barrido se aumenta de tal manera que se obtenga un barrido a contracorriente eficaz encima del nivel de vacío deseado en el colector.

INYECCION DE CARBURANTE

30

En un intento práctico realizado en la técnica

anterior para obtener una carga estratificada en un motor giratorio, incluyendo fases de mezcla tanto pobres como ricas, se han utilizado: (a) inyección directa de carburante y (b) dos mezclas separadas procedentes de carburadores, en una cámara trocoidal. Para facilitar cualquiera de los procedimientos descritos mas arriba, se ha definido una cámara suplementaria; esta consiste típicamente en una cámara posterior situada detras del receptáculo principal del rotor (actuando este último como cámara de combustión principal). La inyección de carburante ha sido el único medio utilizado para introducir directamente carburante en las cámaras de combustión de la cámara epitrocoidal; la cámara principal obtiene en realidad una mezcla algo pobre por que la cámara principal se ensancha ligeramente delante de la cámara posterior. El inconveniente principal de la inyección directa de carburante consiste en una distribución inadecuada de la mezcla de aire/carburante; no consigue proporcionar con precisión una distribución adecuada de la mezcla de aire/carburante a todas las cargas y a todas las velocidades.

Los inconvenientes del procedimiento que utiliza dos carburadores consisten en el gasto suplementario de construcción y en la imposibilidad de realizar un control y una ubicación precisos de las mezclas.

La inyección directa de carburante, según el invento, en la mezcla de la precámara, requiere que se utilicen varios principios de control especiales si se desea aumentar la eficacia de la llama de soplete con mezclas de pobreza creciente en la cámara principal.

1. Ya que el carburante pulverizado que se in-

roduce en la precámara consiste en partículas de carburante líquido, todo el calor de vaporización del carburante añadido debe obtenerse en la precámara. Para conseguir la temperatura de mezcla de precámara que se desea y también para facilitar el calor de vaporización rápida de las gotitas de carburante, incluso aquellas que chocan con la superficie de la precámara para su mezclado eficaz y reducir la formación de depósitos, la conducción térmica desde la cápsula de la precámara hasta la brida de la cápsula, debe ser y de hecho es regulada mediante una selección adecuada del espesor de la cápsula. La temperatura regulada de las paredes de la cápsula es suficiente para obtener una vaporización y un mezclado rápidos del carburante aunque sin llegar a una temperatura excesiva capaz de producir un pre-encendido con cargas elevadas.

2. Para reducir lo más posible la formación de depósitos en la bujía, los electrodos de la bujía están dispuestos en la precámara con relación a la tobera de inyección de carburante para reducir al mínimo y evitar el choque del carburante líquido con los electrodos de la bujía. Al mismo tiempo, el intervalo de formación de chispas, entre los electrodos, está situado céntricamente en el volumen de la precámara para asegurar un encendido seguro de la carga de la precámara.

3. Para obtener una rápida vaporización de las gotitas de carburante que pueden chocar con las superficies de la precámara y para facilitar un mezclado rápido del vapor de carburante que se forma, con la carga de la precámara, el carburante pulverizado se dirige preferentemente de tal manera que las gotitas de carburante líquido se

depositen en una amplia superficie de la porción caliente de la superficie de la cápsula de la precámara.

4. El emplazamiento del orificio de salida de la precámara se utilizará para facilitar el mezclado en el volumen de la precámara además de controlar la dirección de la llama de soplete de acuerdo con los principios descritos mas arriba. Para facilitar el mezclado entre las gotitas de carburante que se vaporizan en el aire e igualmente la película de vapor de carburante que se forma en las superficies de la precámara a partir de la carga de la cámara principal, el orificio de salida de la precámara se sitúa en una tangente o una cuerda de la porción esférica de la misma; esto permite obtener un movimiento de mezclado turbulento o toroidal cuando la mezcla penetra en la precámara a partir del volumen de compresión del motor.

Además, la forma del volumen de la precámara es tal que se obtenga un movimiento eficaz de la carga de mezclado.

5. La forma, la penetración y los tamaños de las gotitas del carburante pulverizado tienen una influencia sobre la velocidad de vaporización y de mezclado. El tamaño mínimo de las gotitas es preferible para una vaporización rápida. Sin embargo, no pueden utilizarse gotitas de tamaño pequeño para una vaporización rápida si las gotitas no están adecuadamente dispersas en la carga gaseosa. Ya que el volumen de la precámara es relativamente reducido, una velocidad excesiva de las partículas de la mezcla pulverizada que da lugar a una penetración excesiva, incluso con tamaños de partículas muy pequeños, daría lugar al depósito de una cantidad excesiva de carburante líquido en las superficies de

la precámara. Además, tanto una penetración excesivamente reducida como un ángulo de cono de pulverización excesivamente estrecho podría producir una elevada concentración del carburante líquido y la velocidad de vaporización sería relativamente lenta en razón de la elevada presión localizada del vapor de carburante y debido a una velocidad reducida de circulación del calor hacia el carburante líquido. El mezclado uniforme de dicho carburante concentrado toma en general un tiempo mas largo que un carburante mas disperso. Un ángulo de cono de pulverización muy abierto puede tambien ser un inconveniente porque podría producir la formación de depósitos concentrados de carburante líquido sobre las superficies adyacentes a la tobera de inyección de carburante. El ángulo del cono se limitará por tanto por lo menos a 75-140°.

Por consiguiente, los tamaños de las gotitas de carburante de la pulverización de carburante utilizada en las cámaras de pre-combustión del invento están incluidos preferentemente en la gama de los tamaños pequeños. La selección dentro de la gama de tamaños pequeños se hace con relación a la penetración deseada del carburante pulverizado y del ángulo de cono de pulverización que produce un grado adecuado de dispersión de las gotitas de carburante en el volumen de la precámara para una velocidad preferentemente elevada de vaporización y de mezclado. Esta elevada velocidad de vaporización debe ser suficiente para evitar una acumulación excesiva de depósitos en la precámara y para reducir lo mas posible la formación y la emisión de partículas de carbono producidas por la combustión de grandes cantidades de gotitas de carburante líquido.

6. Las temperaturas de la tobera de inyección de carburante han de ser controladas. Generalmente se deja una pequeña cantidad de carburante líquido en la extremidad de la tobera de inyección de carburante después del final de la inyección. En condiciones desfavorables, pueden acumularse depósitos procedentes del carburante líquido en la extremidad de la tobera, produciendo eventualmente una deterioración importante de las características de pulverización del carburante. Para evitar la formación de depósitos, se vaporiza tan eficazmente como sea posible el carburante líquido procedente de la extremidad de la tobera. La vaporización se controla haciendo que la tobera de inyección de carburante sobresalga adecuadamente en el volumen de la precámara. Una tobera que sobresale más en la precámara da lugar a un incremento de la temperatura superficial de la extremidad de la tobera y a un mayor contacto de la extremidad de la tobera al movimiento de la mezcla, el cual es útil para arrastrar los vapores formados en las superficies de la extremidad de la tobera.

Haciendo que la extremidad de la tobera sobresalga excesivamente en la cámara puede dar lugar a una temperatura excesivamente elevada en el resto del cuerpo de la tobera y a la formación de vapores en el carburante líquido contenido en esta tobera. Esta formación de vapor puede producir una inyección errática. Para reducir esta posibilidad, las piezas metálicas en las cuales está montado el cuerpo de la tobera pueden refrigerarse de manera intensiva y se evitará que la extremidad de la tobera sobresalga excesivamente en la precámara.

Por consiguiente, las toberas de inyección di-

recta de carburante utilizadas en el presente invento para enriquecer las mezclas de la cámara de precombustión se montan preferentemente de tal manera que el cuerpo de la tobera se enfrié suficientemente para evitar la formación de vapores en el interior de la tobera. Al mismo tiempo se procura que la extremidad de la tobera sobresalga en grado suficiente en el volumen de la precámara para que el combustible líquido procedente de la extremidad de la tobera se vaporice eficazmente y que los vapores sean arrastrados de tal manera que no se formen ninguna acumulación de depósito en las condiciones de funcionamiento normales.

Las figuras 28 y 29 ilustran un modo de realización preferido de una cámara de precombustión no barrida con enriquecimiento de la mezcla por inyección directa de carburante de acuerdo con los principios descritos mas arriba. La boquilla 150 del inyector está soportada por un elemento de retención 151 que cierra la extremidad abierta de la cápsula salvo la abertura de la tobera. La extremidad 150a de la tobera sobresale ligeramente en el volumen de la precámara definido aquí por el interior de la cápsula 153. El elemento de retención de precámara 151 está aislado de la cápsula por la junta 152 con el objeto de aumentar la transmisión del calor a partir de la cápsula 153 a través de la brida 154 de la cápsula de precámara hasta el carter A del motor. La cápsula de precámara está conectada con su brida por una sección 161 de espesor algo reducido con el objeto de reducir en un cierto grado la transmisión del calor desde la porción inferior de la cápsula hasta la brida.

El ángulo 155 del cono de pulverización de carburante es relativamente amplio(en este caso es de 75°) y

tiene un eje que pasa por el centro del volumen esférico de la precámara de tal manera que una parte de las gotitas de carburante que penetran mas profundamente se depositen en una gran superficie de la porción inferior a alta temperatura de la cápsula 153. La bujía 155 está montada con los electrodos 156 y 157 cerca de la brida 154 de la cápsula de la precámara y dentro del orificio 158 de la cápsula de modo que el impacto del carburante líquido sobre los electrodos y el aislador 159 se reduzca al mínimo. El orificio de salida 160 de la precámara está situado en el fondo de la cápsula de modo que se genere un movimiento de mezcla de forma turbulenta en la precámara cuando la mezcla penetra en ella a partir del volumen de compresión del motor. Este movimiento de la mezcla facilita el mezclado entre los vapores de carburante y la carga que entra. El orificio 164 es más amplio y está alineado axialmente con el orificio 160.

La inyección del carburante se produce durante el período de compresión del motor. La tobera de combustible puede alimentarse con carburante y la cantidad de carburante puede controlarse por cualquier sistema de control de inyección directa de carburante de funcionamiento correcto, convencional o no convencional, mecánico o eléctrico. En la patente de los Estados Unidos número 3.820.517 se describe un sistema de inyección de carburante típico y esta descripción se incorpora aquí a título de referencia.

Las figuras 30 y 31 ilustran una versión del invento que utiliza una cámara de pre-combustión no barrida en la cual el enriquecimiento de la mezcla se obtiene mediante inyección directa de carburante. En esta versión se utilizan

los mismos principios que en la precámara de inyección directa no barrida ilustrada en las figuras 28 y 29 salvo el barrido.

5 Cualquiera de los métodos de barrido descritos mas arriba puede ser utilizado. El carburante se inyecta ya sea durante, ya sea despues del periodo de barrido. Sin embargo, la inyección de carburante está programada suficientemente antes del encendido para que pueda producirse una vaporización y un mezclado suficiente del carburante en la precámara y de tal manera que se reduzcan al mínimo la formación de partículas de carbono, las emisiones procedentes del motor y la acumulación de depósitos en la precámara.

10 En aquellas versiones del invento en las cuales se añade carburante a la carga de la precámara, la adición de carburante se aumentará conforme vaya aumentando la carga aunque no necesariamente en proporciones lineales. El grado exacto de adición de carburante se controla de acuerdo con el incremento deseado de energía de la llama de soplete en función de la carga. Esto depende normalmente del equilibrio deseado entre el consumo de carburante, la potencia del motor, el control de las emisiones, el diseño del motor y las consideraciones de coste relacionadas con cada aplicación particular del motor.

20 Una llama de soplete eficaz puede tambien obtenerse con adición de una pequeña cantidad constante de carburante a la carga de la precámara independientemente de la carga aplicada al motor. Este sistema es util principalmente con la inyección de carburante para simplificar los sistemas auxiliares de inyección de carburante. En general cualquier otro tipo de control de inyección de carburante

30

puede utilizarse utilmente siempre y cuando no produzca una estratificación excesiva.

El sistema de llama de soplete puede funcionar tambien eficazmente con la adición de carburante a la carga de la precámara solamente y estando la cámara de combustión principal cargada tan solo con aire. Este tipo de control de carburante es preferible para funcionamiento con carga parcial aplicada al motor. Para utilizar completamente el contenido de oxígeno de la carga de la cámara principal, se prefiere añadir el carburante a la carga de la cámara principal en el caso del funcionamiento del motor en condiciones de carga máxima.

Como se ha indicado mas arriba, un método según el invento permite reducir el consumo de carburante, aumentar la potencia del motor y reducir las emisiones en motores giratorios mediante el incremento de la velocidad de combustión, particularmente en la extremidad posterior de la cámara de combustión. Una combustión mas rápida permite un funcionamiento con mezclas mas pobres o altamente diluidas lo que da lugar a una reducción de la temperatura de combustión. Un método suplementario según el invento permite reducir todavia mas el consumo de carburante, aumentar la potencia del motor y disminuir las emisiones reduciendo las pérdidas de calor durante la combustión. Este método adicional es una combinación de retardo del tiempo de combustión de modo que se produzca un poco despues del punto muerto superior, y de un incremento adecuado de la relación de compresión. En los motores giratorios, el cambio de volumen desde el punto muerto superior hasta el punto muerto inferior es completamente sinusoidal. Por tanto, el comien

zo de la expansión desde el punto muerto superior es sustancialmente mas lento en comparación con los motores de pistones. Además, la velocidad de transferencia de cargas desde la mitad posterior de la cámara de combustión hasta la mitad delantera es elevada en el punto muerto superior o cerca del mismo. Por consiguiente, el tiempo de permanencia de los productos de combustión en condiciones de velocidad elevada a lo largo de la superficie del carter del rotor es relativamente largo y el calor eliminado durante el período de combustión programado de manera convencional es relativamente importante. La combustión retardada reduce la eliminación de calor disminuyendo el tiempo de circulación de los productos de combustión (tipos de alta velocidad y alta temperatura) a lo largo de la superficie del carter del rotor. La combustión retardada por sí misma es capaz de disminuir el rendimiento de expansión del motor. Esto se impide aumentando la relación de compresión de manera adecuada de modo que se restablezca el movimiento de expansión previsto. La relación de compresión puede ser aumentada porque el peligro de detonación y de auto-encendido es relativamente pequeño en los motores giratorios ya que la carga del motor se calienta tan solo moderadamente durante las carreras de admisión y de compresión. El incremento de la relación de compresión aumenta tan solo un poco la fricción del motor porque no se aumentan las presiones de cresta de combustión.

CONTROL DE LAS EMISIONES

Todas las versiones descritas más arriba del invento son capaces de aumentar la velocidad de combustión y mejorar el rendimiento del motor cuando funcionan con mez

cias relativamente pobres. Por consiguiente, todas esas versiones son capaces de mejorar (reducir) las emisiones del motor. Sin embargo, diferentes versiones de diseño pueden influir en las emisiones de diferentes maneras y en grados distintos.

Debido al funcionamiento con mezcla mas pobre, la emisión de CO disminuye generalmente. Sin embargo, si se utiliza una estratificación de cargas excesiva que puede resultar de la introducción de cantidades excesivas de carburante de enriquecimiento en la precámara, la porción excesivamente rica de la mezcla puede no mezclarse eficazmente con la carga del cilindro y la emisión de CO puede aumentar. Por tanto, el grado preferido de estratificación de carga, de acuerdo con los principios del invento es el que no da lugar a la formación de una cantidad excesiva de CO.

Cuando se utiliza el funcionamiento con mezclas mas pobres, la emisión básica de HC del motor disminuye generalmente. Al mismo tiempo, la temperatura de los gases de escape tiende tambien a disminuir. Sin embargo, la temperatura de los gases de escape del motor giratorio es inherentemente más elevada que la de un motor de pistones en condiciones de funcionamiento con mezclas igualmente pobres. Se trata aquí de una consecuencia directa de las menores pérdidas de calor debidas a los gases de escape en el orificio de escape. Las pérdidas de calor rechazado son inferiores porque el número de orificios de escape y la superficie total correspondiente de rechazo de calor de los orificios de escape es inferior en el motor giratorio en comparación con el motor de pistones, basándose en iguales velocidades de circulación de los gases de escape. Por consiguiente, cualquier

escape despues del aparato de tratamiento que necesita temperaturas de escape elevadas para su funcionamiento eficaz funciona inherentemente de manera mas eficaz y mantiene un funcionamiento eficaz con mezclas mas pobres y rendimientos de combustión mas elevados en el motor giratorio en comparaci3n con el motor de émbolos.

Incluso con las temperaturas de los gases de escape inherentemente más elevadas, es posible mejorar en un grado elevado el rendimiento de los motores giratorios utilizando los métodos según el invento en los cuales la temperatura de los gases de escape toma un valor inferior al que es conveniente para los gases de escape despues de los aparatos de tratamiento. En estos casos, es posible reducir la eficacia de la llama de soplete o puede retardarse el encendido o disminuirse la relación de compresión del motor. En general, el rendimiento del motor puede ser reducido si no puede incorporarse ningun otro método eficaz para reducir la temperatura de los gases de escape.

Como es bien conocido, la emisión de HC no quemado se debe a las capas enfriadas de la mezcla en la cámara de combustión principal. Los principios básicos del invento incluyen la reducción de las capas enfriadas formando receptáculos de cámara de combustión en la extremidad posterior de la cámara principal donde el enfriamiento es mas importante y la obtención de una combustión mas completa mediante la introducción de una llama de soplete. Esta reducción de las capas frías puede dar lugar a una reducción sustancial de la emisión de HC a partir del motor. Para reducir todavía mas la emisión de HC, puede utilizarse un método suplementario de acuerdo con los principios del invento.

La formación de la mezcla y por consiguiente la formación de capas de mezcla frías en la cámara de combustión principal pueden evitarse casi completamente mediante las versiones de cámara de precombustión con inyección directa según el invento que se utilizan introduciendo el carburante solamente en la precámara y suministrando aire fresco solamente a la cámara principal con cargas reducidas aplicadas al motor. En esta condición, una mezcla casi completamente quemada penetra en la cámara de combustión principal bajo la forma de una llama de soplete. Unas capas sustancialmente frías pueden formarse solamente dentro de la cámara de combustión. Las capas frías de la precámara no contienen una gran cantidad de HC no quemado porque la temperatura de las paredes de la cápsula de precámara es relativamente elevada. Además, la mayor parte de la cámara fría de la precámara permanece atrapada en la precámara porque la difusión de la capa se produce después de que el contenido de la precámara haya sido descargado ya y porque el orificio de salida de la precámara no está abierto hacia el volumen de expansión del motor cuando la presión de expansión toma un valor muy reducido. Sin embargo, cuando el orificio de la precámara está abierto hacia el volumen de compresión, una parte o la totalidad del contenido gaseoso residual de la precámara penetra en el volumen de compresión del motor. El gas residual puede contener eventualmente una cierta cantidad de HC parcialmente quemado y no quemado. Una parte de este HC puede enfriarse durante el siguiente periodo de combustión produciendo una cierta cantidad de emisión de HC no quemado. Esta emisión de HC puede ser reducida a un valor mínimo utilizando la temperatura de pared de cápsula de precá-

mara tan elevada como sea posible sin producir el pre-encendido.

En general, la emisión de HC a partir de la fuente secundaria de emisión de HC descrita mas arriba es sustancialmente inferior a la emisión de HC procedente de la capa fría que se forma generalmente. Por consiguiente, la versión original de este invento en la cual se produce una emisión de HC extremadamente reducida funciona con una cámara de precombustión del tipo barrido o no barrido, que incluye preferentemente una cápsula con temperatura superficial controlada de modo que sea relativamente elevada. Se introduce el carburante en la precámara mediante inyección directa de carburante durante el periodo de compresión del motor. En una cierta parte de la gama de carga parcial, se introduce el carburante solamente en la precámara y se llena el volumen principal del motor solamente con aire. La cantidad de carburante inyectada en la precámara es proporcional a la carga aplicada al motor. Con cargas elevadas se introduce el carburante igualmente en la cámara de combustión principal. La cantidad de carburante en la cámara principal aumenta cuando la carga aplicada al motor aumenta.

Como es bien conocido, la emisión de NOx de los motores de combustión interna depende fuertemente de la temperatura de combustión. Una reducción relativamente pequeña de la temperatura de combustión produce una reducción importante de la emisión de NOx. Por tanto, la pobreza de la mezcla y la dilución de la mezcla mediante recirculación de los gases de escape que disminuye la temperatura de combustión son medios muy eficaces para el control

de la emisión de NOx.

Un segundo factor que influye en la formación de NOx es la concentración de oxígeno en los gases ya quemados. Con mezclas ricas, la emisión de NOx es generalmente pequeña porque la concentración de oxígeno en los productos de combustión es reducida. Con mezclas extremadamente pobres, la emisión de NOx es igualmente reducida. Aunque la concentración de oxígeno sea elevada en el producto de combustión, la velocidad de formación de NOx es pequeña, pr que la temperatura de combustión es reducida debido a la elevada cantidad de exceso de aire en la mezcla. En razón de los efectos opuestos de la concentración de oxígeno y del aire sobrante, la emisión de NOx es usualmente mas elevada a una relación A/F ligeramente mas pobre que la relación estequiométrica y disminuye con mezclas tanto mas ricas como mas pobres.

Cuando se utiliza la recirculación de los gases de escape, se altera la proporcionalidad entre la relación A/F y la emisión de NOx. Es posible obtener una emisión de NOx reducida con cualquier relación A/F práctica siempre y cuando sea posible hacer recircular una cantidad suficiente de gases de escape sin producir una combustión excesivamente lenta.

Los métodos de control de emisión de NOx descritos mas arriba que se utilizan generalmente en los motores de combustión interna pueden emplearse con éxito con todas las versiones del invento. Pueden producirse pequeñas diferencias en la emisión de NOx entre las diferentes versiones del invento según el control de la combustión en la cámara de precombustión.

Con una cámara de precombustión barrida que funciona con una relación A/F ligeramente mas pobre que la relación estequiométrica, la emisión de NOx puede ser ligeramente superior a la que se obtiene sin barrido o con una relación A/F rica.

ASPECTOS PREFERIDOS DEL MÉTODO

Un método preferido para aumentar la velocidad de combustión de un motor de combustión interna del tipo del ciclo Otto incluye las siguientes etapas:

10 (a) utilizar por lo menos una precámara en dicho carter, teniendo dicha precámara un orificio que comunica con cada una de dichas cámaras de combustión de volumen variable cuando estas últimas están sustancialmente en su estado de menor volumen, definiendo dicha precámara para que
15 tenga una porción de volumen sustancialmente esférico con la línea central de dicho orificio situada en un radio de dicha porción esférica,

(b) aspirar una mezcla combustible en cada una de dichas cámaras de combustión principales durante el ciclo de admisión de dicho motor,

20 (c) introducir una cantidad predeterminada de mezcla combustible en dicha precámara durante por lo menos una parte del ciclo de compresión de dicho motor, teniendo dicha mezcla introducida una riqueza igual o superior a la
25 de la mezcla aspirada, teniendo dicha mezcla introducida una presión igual o superior a la presión que reina en dicha cámara de combustión principal en el momento de la introducción,

(d) encender la mezcla introducida en dicha
30 precámara sustancialmente en un punto adyacente al centro

de dicha porción esférica para generar una llama de soplete que emana de dicho orificio y que está dirigida hacia dicha combustión de cámara principal adyacente durante el ciclo de combustión de dicho motor, teniendo dicha llama de soplete una longitud superior a cualquier dimensión transversal de dicha cámara principal, estando dicha llama de soplete dispuesta de tal manera que estimule el movimiento de arrastre turbulento de la mezcla no quemada que rodea dicha llama de soplete en la cámara de combustión principal.

La llama de soplete se dirigirá preferentemente por lo menos en una parte de la porción posterior de la cámara de combustión principal y se situará de modo que entre en contacto con las capas frías situadas en ella sin entrar en contacto con las paredes de dicha cámara principal.

Un método preferido para aumentar la velocidad de combustión y la perfección de la combustión consiste además en:

(a) aislar la precámara contra una conducción de calor sustancial hacia dicho carter con lo cual la temperatura de las paredes de dicha precámara se mantiene entre 177 y 427°C (350 - 800°F).

(b) aspirar una mezcla de combustible pobre en dicha cámara de combustible principal durante el ciclo de admisión de dicho motor, teniendo dicha mezcla de combustible pobre una relación de aire/combustible incluida en la gama de 14,6:1 a 18:1,

(c) permitir que dicha mezcla aspirada penetre en dicha precámara a través de dicho orificio durante por lo menos una parte del ciclo de compresión de dicho motor,

(d) eliminar los gases residuales procedentes de dicha precámara durante por lo menos una parte de dicho ciclo de compresión mediante la introducción de una fuente de suministro de gas bajo presión independiente, asegurando dicha eliminación de los elementos residuales de dicha precámara una mezcla ligeramente enriquecida en el interior de dicha precámara antes de dicho ciclo de combustión, y

(e) encender la mezcla contenida en dicha precámara después de la eliminación de dichos elementos residuales para generar una llama de soplete que emana de dicho orificio y que está dirigida hacia dicha cámara de combustión principal durante el ciclo de combustión de dicho motor, teniendo dicha llama de soplete una longitud suficiente para estimular un movimiento de arrastre turbulento de la mezcla no quemada que rodea dicha llama de soplete en la cámara principal.

La fuente de suministro de gas bajo presión puede ser enriquecida con una cantidad independiente de carburante con lo cual se obtiene una estratificación más importante; el enriquecimiento puede efectuarse más tarde o incluso después de la función de barrido para asegurar un contenido sustancialmente enriquecido en la precámara.

Un método preferido para controlar el proceso de combustión de un motor giratorio con el fin de reducir las emisiones, consiste en:

(a) situar unas paredes en el carter de dicho motor para definir una precámara que tiene un orificio que comunica con cada cámara de combustible principal de volumen variable cuando cada una de dichas cámaras de combustión está sustancialmente en el estado de volumen más pequeño, estando

cada cámara de combustión principal situada en una porción delantera y posterior con respecto a la relación de compresión,

5 (b) aspirar una mezcla de combustible pobre en dichas cámaras de combustión principales durante el ciclo de admisión del motor,

(c) permitir que dicha mezcla aspirada sea introducida en dicha precámara durante por lo menos una parte del ciclo de compresión de dicho motor,

10 (d) encender la mezcla introducida en dicha precámara para generar una llama de soplete que emana de dicho orificio y que está dirigida por lo menos hacia la porción posterior de dichas cámaras principales durante el ciclo de combustión de dicho motor, teniendo dicha llama de
15 soplete una longitud suficiente para estimular un movimiento de arrastre turbulento de la mezcla no quemada que rodea dicha llama de soplete en la cámara de combustión principal con lo cual el contenido de emisiones de dicho motor (motores pequeños con mezcla pobre sin catalizadores) tendrá un
20 contenido de monóxido de carbono no superior a 20 g./milla un conducto de hidrocarburos no quemados no superior a 3,0 g./milla y un contenido de óxido nitroso no superior a 4,0 g./milla. Estas limitaciones cuantitativas están asociadas con un tipo de motor y sin catalizadores. Efectuando modificaciones y cambios de acuerdo con la descripción de las
25 paginas 58-63 estas limitaciones cambiarán de manera correspondiente. Se introduce directamente una cantidad suplementaria de carburante en dicha precámara independientemente de dicha cámara de combustión durante una parte del ciclo
30 de compresión de dicho motor. Una parte de dicho carburante

introducido da lugar a la obtención de una mezcla de combustible enriquecida y una porción de esta penetra en dicha cámara principal durante una parte de dicho ciclo de compresión impidiendo así una estratificación excesiva de la carga en el interior de dicha cámara de combustión principal antes de la combustión, con lo cual se reduce todavía mas el contenido de monóxido de carbono de dichas emisiones.

El contenido de monóxido de carbono de las emisiones de dicho motor puede reducirse todavía mas si se inyecta una cantidad suplementaria de carburante en la mezcla situada en dicha precámara antes del encendido, lo que da lugar en dicha precámara a la formación de una mezcla rica con una relación de aire/combustible de por lo menos 14,6:1, pero mas rica que la relación de aire/combustible en dicha cámara de comustión principal.

Un método preferido para reducir el contenido de gases residuales en una precámara utilizada como parte del sistema de encendido para motor de combustión interna giratoria, consiste en:

- (a) asegurar una comunicación continua entre dicha precámara y dicha cámara principal sometida a la compresión,
- (b) aspirar una mezcla de combustión en dichas cámaras principales durante el ciclo de admisión del motor, y
- (c) introducir una cantidad predeterminada de aire en dicha precámara durante el ciclo de compresión de dicho motor, siendo dicha cantidad predeterminada de aire superior al volumen de dicha precámara, presentando dicho aire introducido una presión superior a la presión del aire aspirado en dicha cámara de combustión principal en el mo-

mento de su introducción, con lo cual los elementos gaseosos residuales contenidos en dicha precámara son eliminados neumáticamente a partir de dicha precámara hacia dicha cámara de combustión principal.

5 TRADUCCION DE LAS INSCRIPCIONES DE LOS DIBUJOS ORIGINALES

Figura 6

A.- Pasillo de agua de refrigeración en el carter

Figuras 7 y 5

B.- Bujía

10 Figura 12

A.- Presión en el volumen de compresión del motor

B.- Elevación de la válvula de barrido

C.- Angulo del cigueñal

figuras 13 y 16

15 D.- Presión

E.- Elevación de la válvula de barrido

F.- Elevación de la válvula de retención del acumulador

G.- Presión de compresión

H.- Angulo del cigueñal

20 I.- Volumen del motor

J.- Presión en el acumulador

Figura 22

K.- Rotor nº 2

L.- Rotor nº 1

25 M.- Presión de compresión

N.- Elevación de la válvula

O.- Elevación de la válvula

P.- Presión de compresión

Q.- Angulo del cigueñal

30 Figura 24

- 1 R.- Presión en el volumen de compresión
- S.- Elevación mecánica de la válvula (contra corriente)
- T.- Elevación de la válvula de solenoide
- U.- Aspiración natural con carga reducida
- 5 V.- Barrido a contracorriente y carga elevada
- W.- Angulo del cigueñal

En resumen, la presente Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

- 10 1. Un motor de combustión interna, caracterizado porque incluye en combinación:
 - a) un émbolo que realiza un movimiento recíproco,
 - b) unas paredes que definen una cámara de combustión principal en cooperación con dicho émbolo de movimiento recíproco,
 - 15 c) unas paredes que definen una cámara de precombustión que tiene una tobera para comunicar con dicha cámara de combustión principal,
 - d) un dispositivo que soporta de manera móvil dicho pistón en el interior de dicha cámara principal y que sirve para asegurar la admisión, la compresión, la expansión y el escape de los gases en dicha cámara principal,
 - 20 e) un dispositivo que suministra una mezcla de combustible pobre procedente de dicha cámara principal y a partir de la misma a dicha precámara por medio de dicha tobera cuando dicha cámara principal está sometida a compresión, y
 - 25 f) un dispositivo de encendido dispuesto para encender selectivamente con una chispa aquella parte de la mezcla
 - 30

Handwritten mark

1 contenida en dicha precámara para asegurar su combus
tión y generar una llama de soplete que emana de dicha
tobera y penetra en dicha cámara principal, estando
dicha tobera orientada respecto a la cámara principal
5 para dirigir dicha llama de soplete diagonalmente a
través de la región más alejada de dicha cámara prin
cipal cuando se observa con relación a la dirección
de la compresión.

10 2. Un motor según la reivindicación 1, caracte
rizado porque se proporcionan un dispositivo para suminis
trar gas de barrido a dicha precámara inmediatamente a con
tinuación de cada ciclo de combustión.

15 3. Un motor según la reivindicación 2, caracte
rizado porque comprende además un dispositivo para sumi
nistrar una mezcla secundaria más rica procedente de un
carburador a dicho suministro de gas de barrido durante
la inyección de dicho gas de barrido en la precámara.

20 4. Se reivindica por último como objeto sobre
el que ha de recaer la Patente de Invención que se soli
cita por: UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.

Todo conforme queda descrito y reivindicado
en la presente memoria descriptiva, que consta de setenta
páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 2 Noviembre de 1.977

BERNARDO UNGRIA
P.P.



25

30



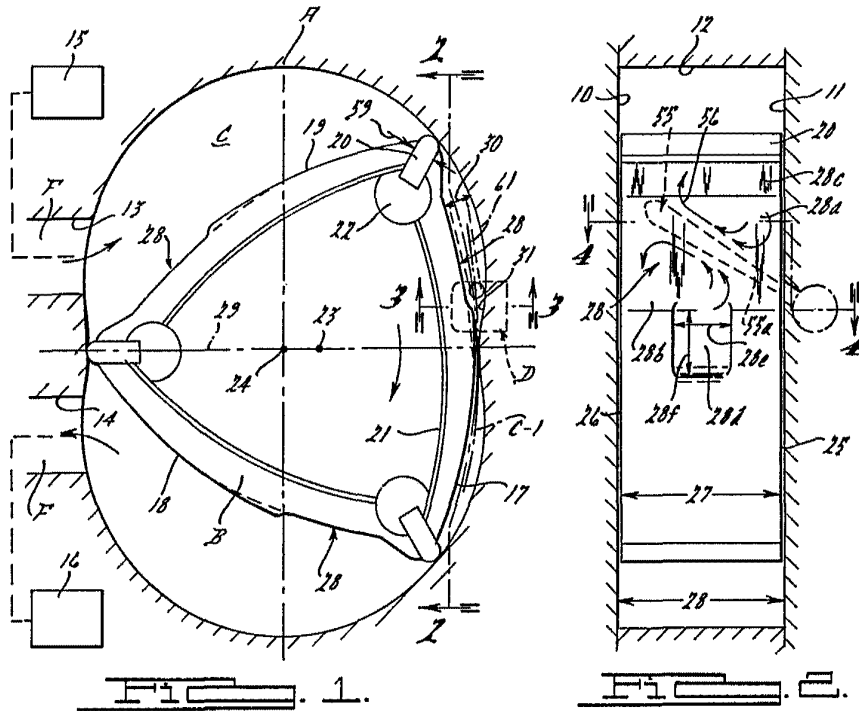


FIG. 1.

FIG. 2.

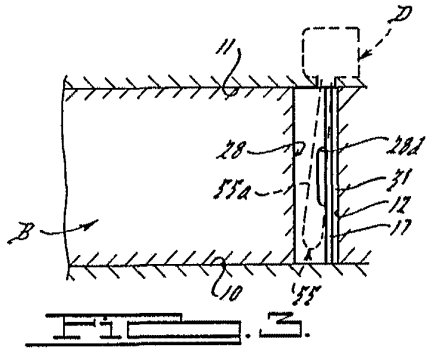


FIG. 3.

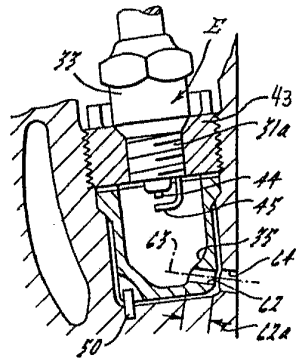
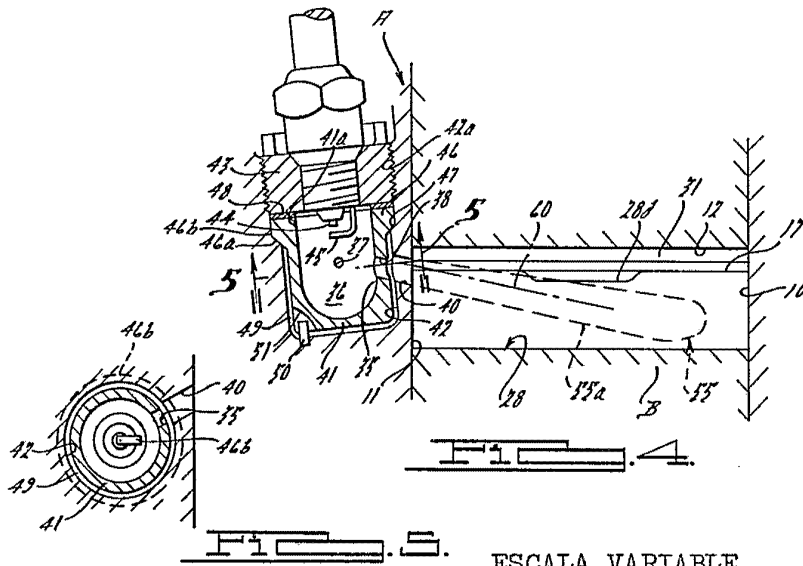
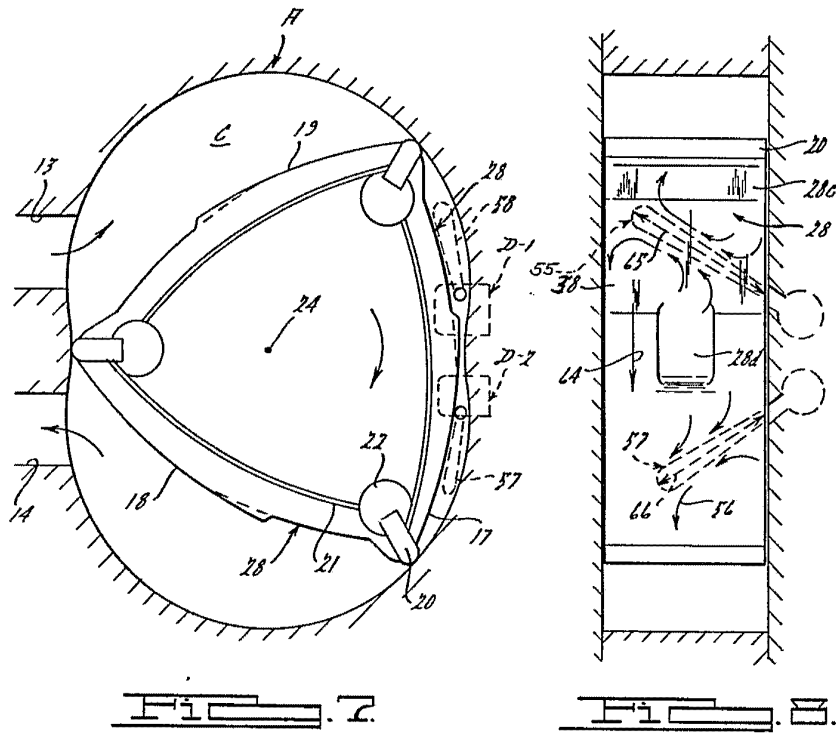
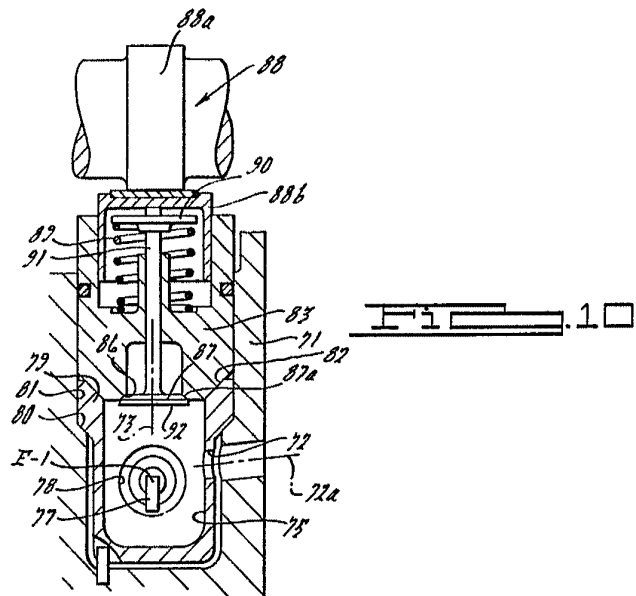
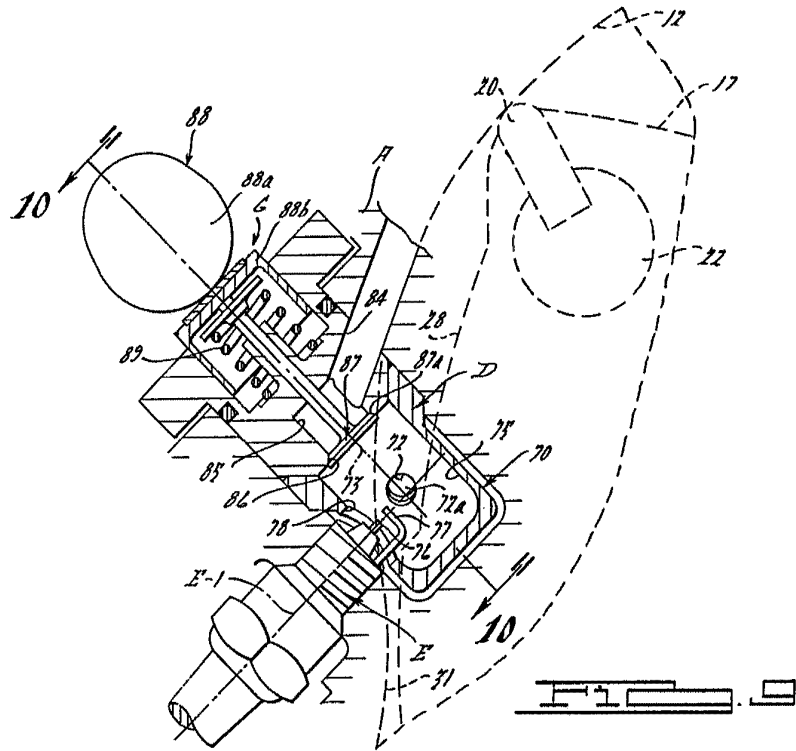


FIG. 4.

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 2 de noviembre de 1.977
 BERNARDO UNGRIA
 P.º E.



ESCALA VARIABLE
Madrid, 2 de noviembre de 1.977
BERNARDO UNGRIA
D.P.



ESCALA VARIABLE
Madrid, 2 de noviembre de 1.977
BERNARDO VINGRIA

P. P.
[Handwritten signature]

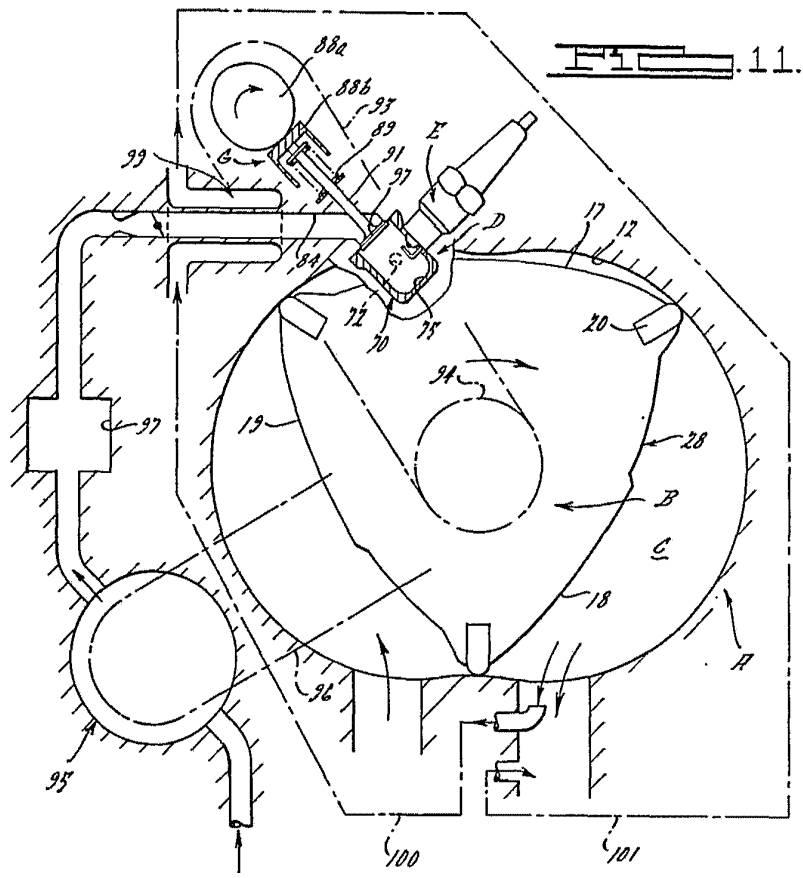


FIG. 11.

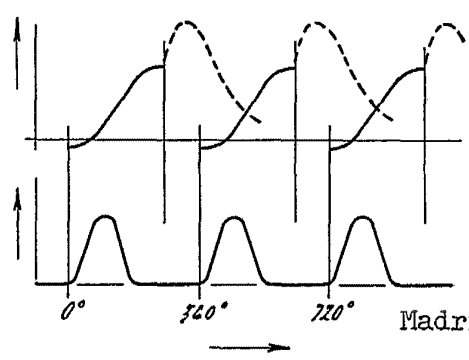


FIG. 12.

ESCALA VARIABLE
Madrid, 2 de noviembre de 1.977
BERNARDO UNGRIA
P.P.

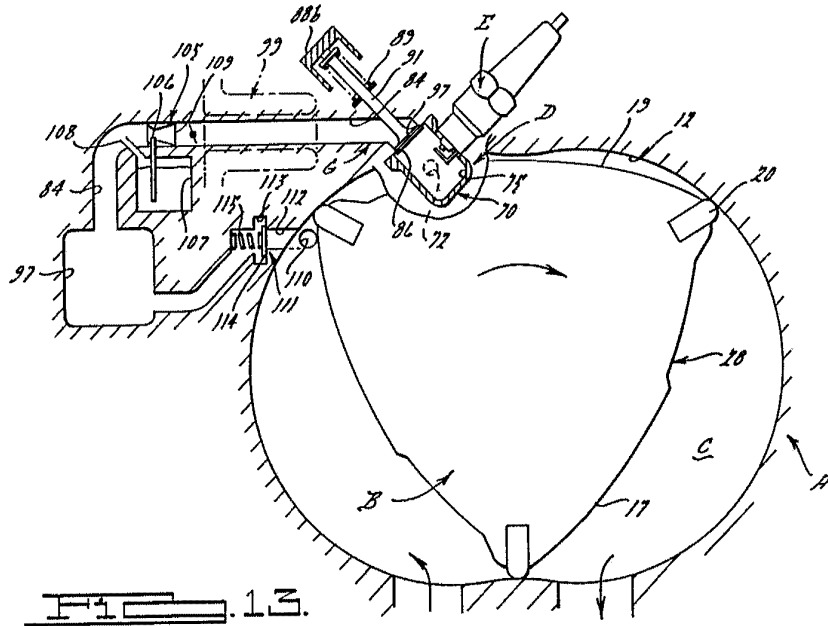


FIG. 13.

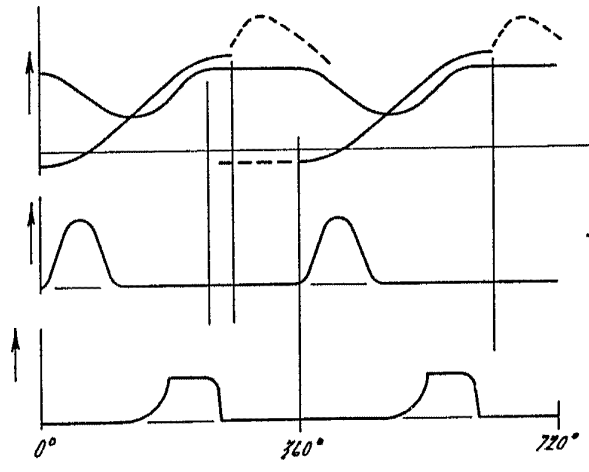


FIG. 14.

ESCALA VARIABLE
Madrid, 2 de noviembre de 1.977
BERNARDO UNGRIA

P.P.
[Handwritten signature]

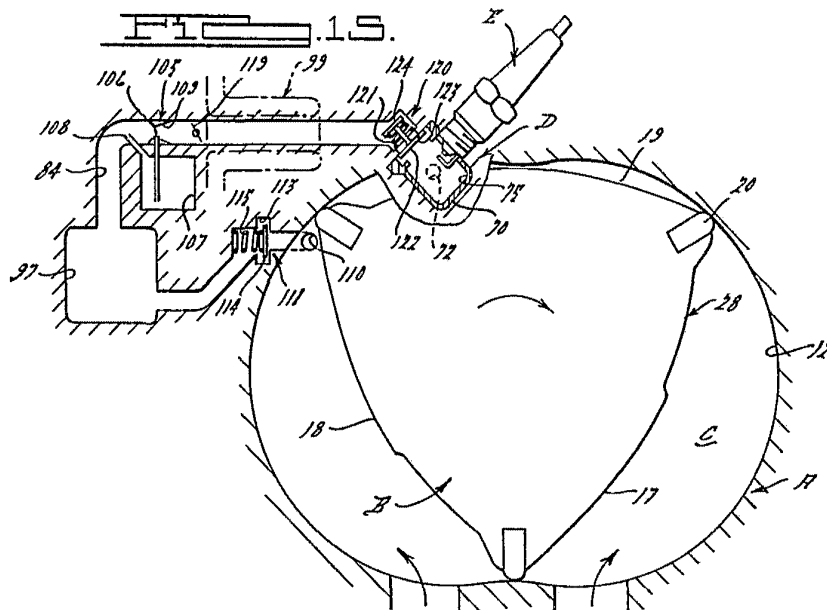
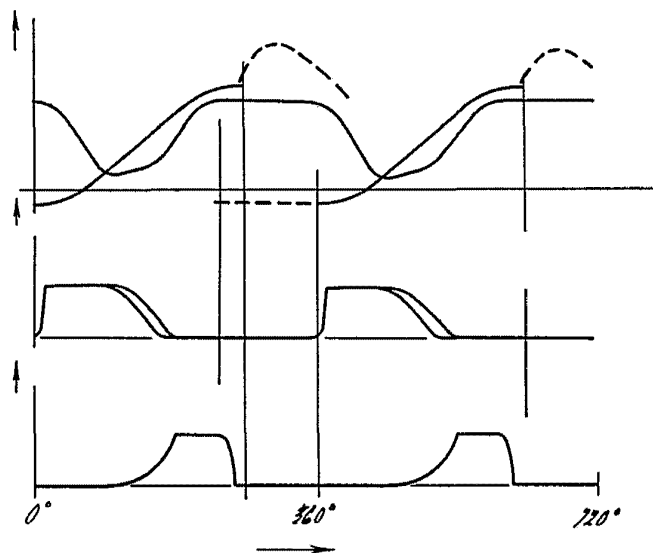
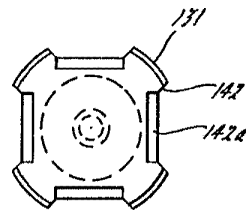
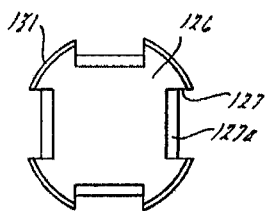
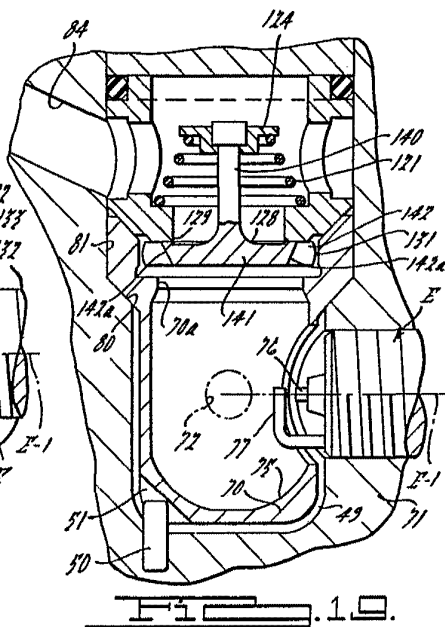
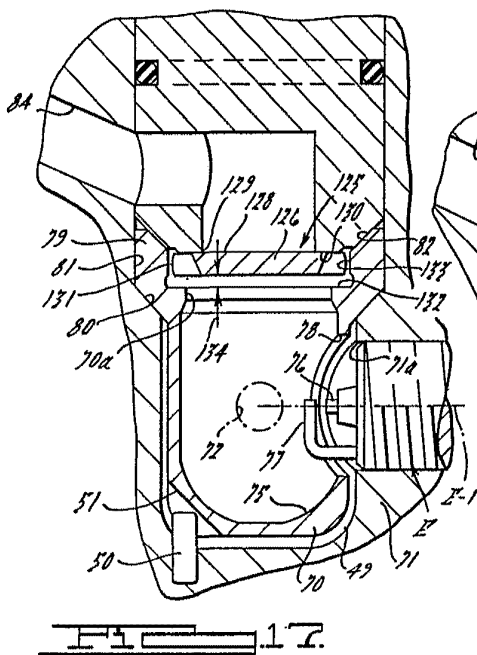


FIG. 16.



ESCALA VARIABLE
Madrid, 2 de noviembre de 1.977
BERNARDO UNGRIA

R.P.
[Handwritten signature]



ESCALA VARIABLE
Madrid, 2 de noviembre de 1.977
BERNARDO UNGRIA

P. E.

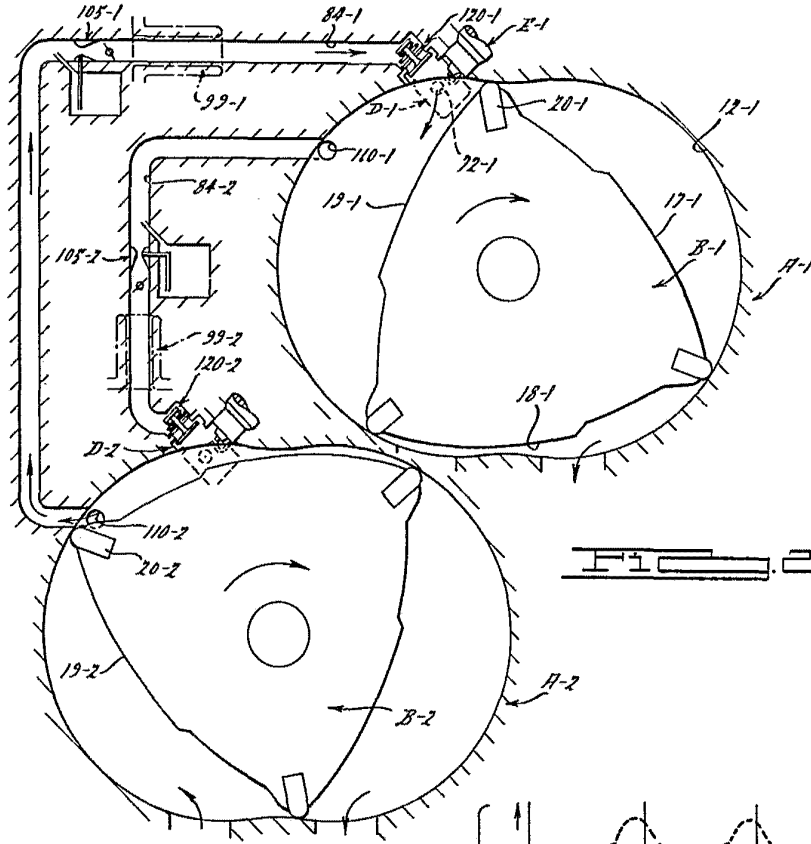
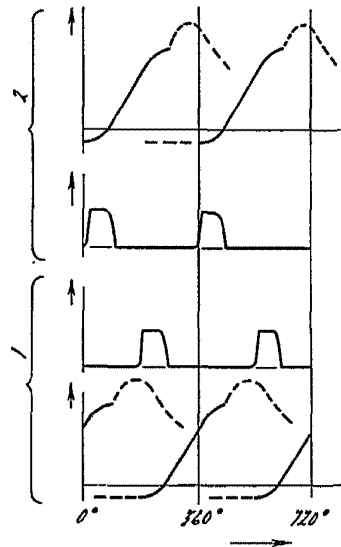
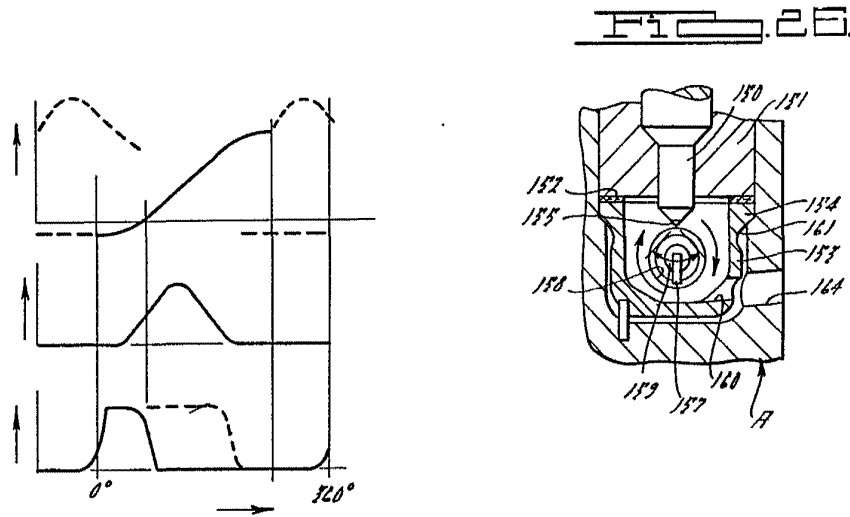
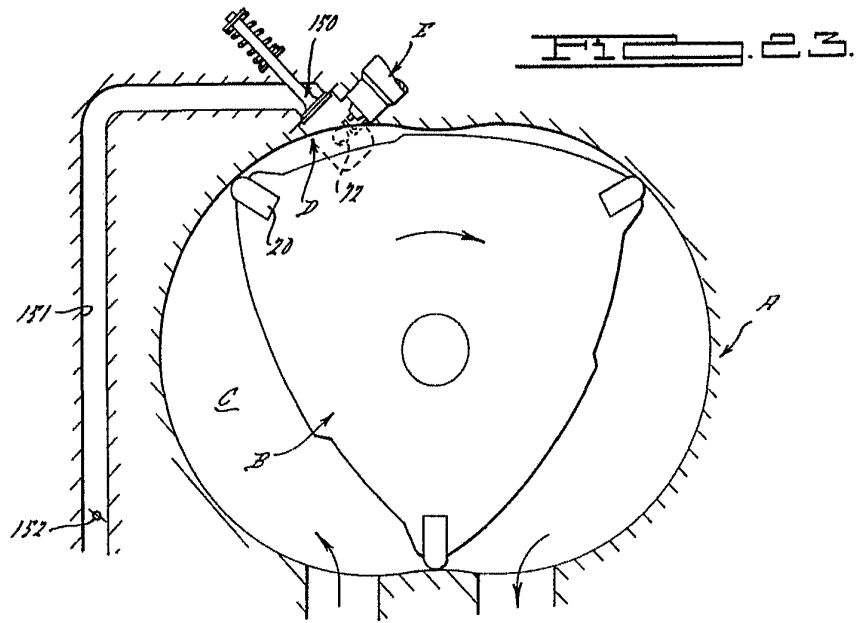


Fig. 22



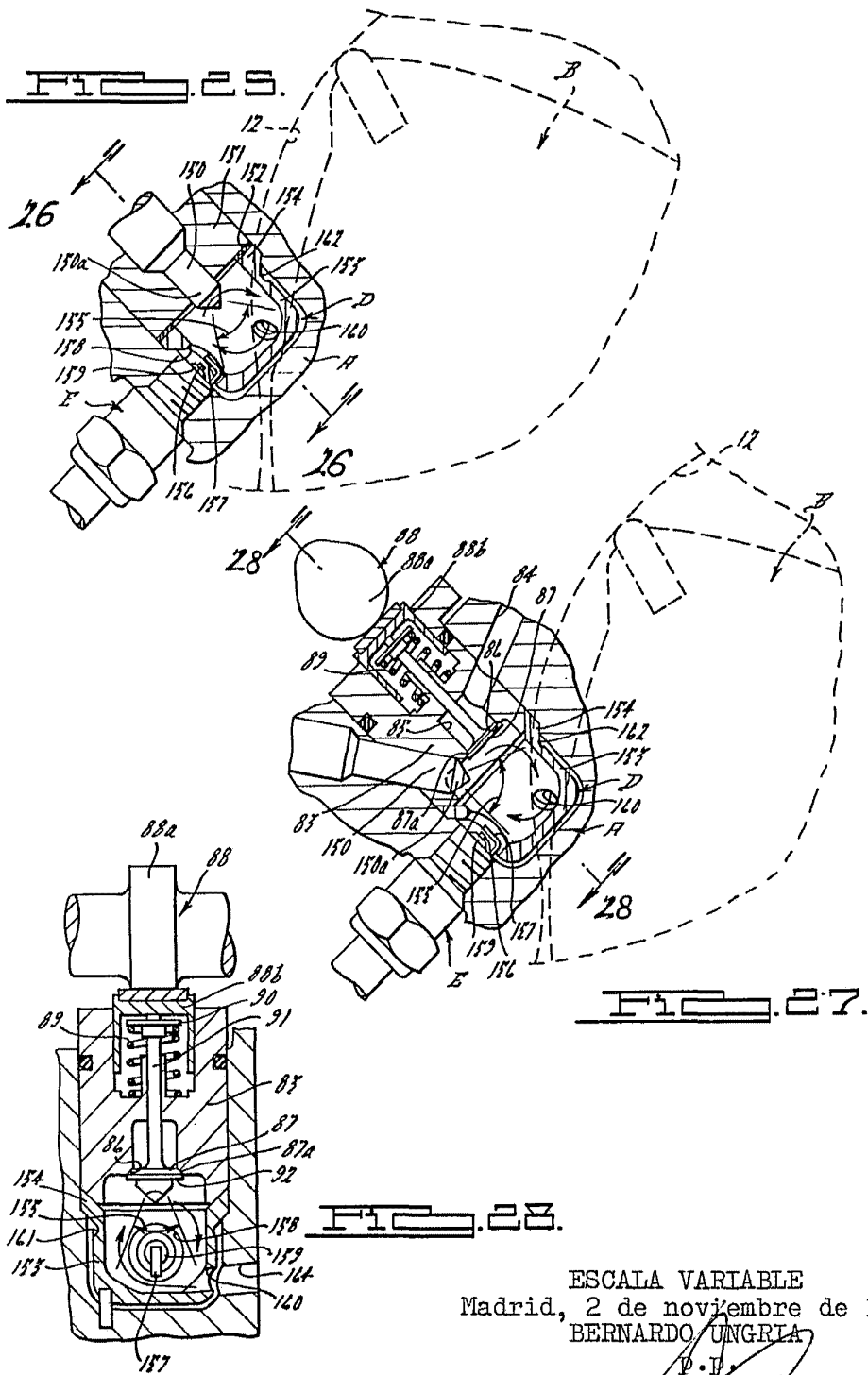
ESCALA VARIABLE
Madrid, 2 de noviembre de 1.977
BERNARDO UNGRIA

P. P.



ESCALA VARIABLE
Madrid, 2 de noviembre de 1.977
BERNARDO HUNGRIA

P.D.
[Signature]



ESCALA VARIABLE
Madrid, 2 de noviembre de 1.977
BERNARDO UNGRIA