



Motores y sus sistemas auxiliares

Combustibles para Motores. Combustión



Combustibles

Combustibles: sólidos, líquidos, gaseosos

- Sólidos: carbón, leña, etc. No tienen aplicación en automoción.
- Gaseosos. Naturales u obtenidos por gasificación u destilación. Se pueden clasificar en gases líquidos (butano, propano) y en gases permanentes (metano) dependiendo de si pueden licuar a temperatura ambiente.
- Líquidos, son los empleados casi exclusivamente en automoción, pueden ser derivados del petróleo, bencol, o alcoholes
 - Aceites pesados. Carburantes
 - Carburantes. Gasolina. Bencol, alcoholes (metanol, etanol). Muy volátiles



Combustibles derivados del petróleo

El Petróleo es una mezcla de hidrocarburos que contiene aproximadamente un 85% de C, un 12% de H, un 1% de S, un 1% de N, y un 1% de O. Dependiendo de los tipos de enlaces que formen los hidrocarburos se pueden distinguir 3 Series de hidrocarburos.

- Serie parafínica (C_nH_{2n+2}), cabe citar el hexano, heptano, octano. Si la estructura es ramificada se forman isómeros, que se denominan isoparafinas.
- Serie nafténica (C_nH_{2n}), estructura de cadena cerrada, ciclohexano, cicloheptano, etc.
- Serie aromática, (C_nH_{2n-6}) estructura de cadena cerrada insaturada. Benceno.



Combustibles derivados del petróleo

Se obtienen en las refinerías mediante **destilación fraccionada**., obteniéndose una serie de productos como, gasolinas, kerosenos, gasóleo, fuel-oil, aceites, resinas, asfaltos.

En las gasolinas predominan el hexano, heptano, isooctano y pentano. En la destilación se obtiene un 25% de gasolina a partir del petróleo, insuficiente para la necesidades de consumo.

Se somete a los subproductos de cadena larga (gasóleos y aceites, resinas, asfaltos) a una **piroescisión o cracking**, resultando una gasolina de excelente calidad

Durante el cracking, se obtienen gases ligeros, que mediante **polimerización**, se convierte en gasolinas con alta resistencia al picado.

Desdoblado moléculas y añadiendo H, se forman igualmente hidrocarburos.



Otros combustibles

- Gasolina sintética. Hidrogenando el carbón fósil, o el alquitrán, y someténdolo a alta presión y temperatura en presencia de catalizadores.
- Benzol, obtenido del alquitrán de carbón. Puede ser utilizado como carburante.
- Etanol. Obtenido mediante fermentación y posterior destilación de sustancias vegetales.
- Metanol. Obtenido a partir del Oxido de carbono e H, mediante catálisis y alta presión, se utiliza mezclado con etanol.
- Gases líquidos, metano, butano, propano, obtenido de gases naturales, o en procesos de cracking o hidrogenación de hidrocarburos.



Propiedades de los combustibles

- Volatilidad
- Calor de vaporización
- Peso específico
- Poder calorífico
- Consumo de aire
- Fluidez y punto de congelación.
- Pureza y residuos de combustión



Propiedades de los combustibles

- Fluidez y punto de congelación

Es la temperatura mas baja a la cual el combustible fluye debido a su propio peso.

Esta cualidad es importante sobre todo para los gasóleos ya que por bajo de -15°C el gasóleo desprende parafinas, que dificulta el paso por los filtros de combustible, siendo necesaria la adición de petróleo para mejorar la fluidez

El punto en en que ocurre este fenómeno se le denomina punto de enturbiamiento.



Propiedades de los combustibles

- Pureza y residuos de combustión

La combustión debe se ser lo mas limpia de impurezas posible, para ello se limita el contenido de sustancias como el azufre y resinas.

El azufre produce residuos ácidos, y las resinas gomas que obstruyen los conductos de aspiración y segmentos. Se limita por debajo de un 1,2%.

En los gasóleos hay que limitar los residuos carbonosos y cenizas que pueden dañar la bomba de inyección.



Poder antidetonante

El picado es una autocombustión producida por un funcionamiento en condiciones extremas.

Este efecto produce una bajada importante de rendimiento y puede producir rotura de motor.

Depende fundamentalmente de la relación de compresión y de las propiedades antidetonantes del combustible

Cuando un combustible puede soportar elevadas compresiones sin detonar se dice que tiene elevado poder **antidetonante**

El poder antidetonante se mide por **número de octanos(NO)**. Se toma un 0% para el heptano(baja resistencia a la detonación), y un 100% para el isooctano (alta resistencia a la detonación)



Poder antidetonante

El aumento de NO no es progresivo, tiene mas efecto con valores altos de NO. Por otra parte puede existir hidrocarburos con NO superior a 100. Valores inferiores a 90 son gasolinas normales, NO=90 súper y superiores a 100 extra.

Los hidrocarburos aromáticos y las isoparafinas son mas resistentes a la detonación que la serie parafínica..

Para mejorar el poder antidetonante se añadían aditivos a base de **tretraetilo de plomo**, el cual inhibe la combustión manteniendo el poder calorífico de la gasolina. Para evitar el efecto corrosivo de este compuesto se añaden también productos como el dicloroetileno.

Estos productos están restringidos en la actualidad debido a su alta toxicidad.



Poder de encendido del gasóleo.

En los motores diesel la combustión no es instantánea, transcurre un tiempo desde que se inyecta hasta que se inflama el gasóleo. Esto provoca que cuando se inflama este, se produzca una inflamación de golpe de todo el gasóleo que se ha almacenado.

La calidad del gasóleo es mejor cuanto **menor** sea el retardo a la inflamación. Los mejores gasóleos son los que tienen mayores proporciones de serie nafténica y parafínica.

Se mide por el índice de **cetano(NC)**. Al cetano se le da el índice 100(mucha facilidad de ignición), y al alfa metilnaftaleno el índice cero(escaso poder de ignición)



Poder de encendido del gasóleo.

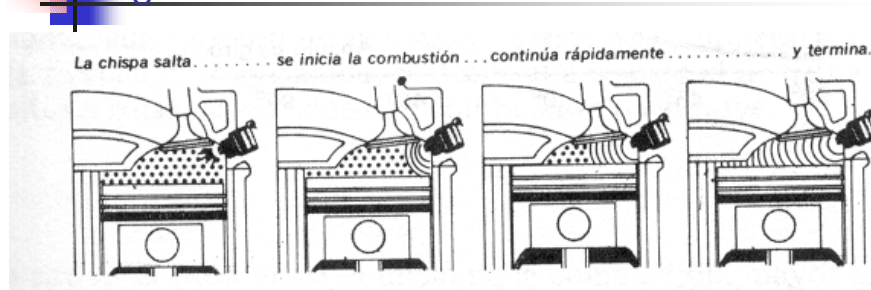
Para aumentar el NC de un combustible puede añadirse aditivos tales como el nitrato de ciclohexanol.

Los efectos de la calidad del combustible se resumen en:

- Golpeteo diesel
- Sedimentos en el motor
- Arranque
- Olor y humos.



Combustión en los motores de gasolina.

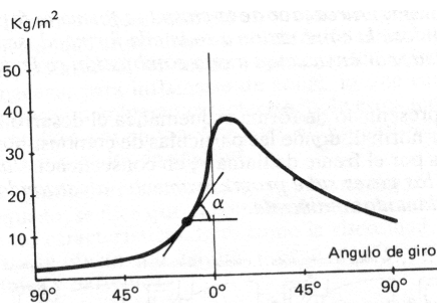


Velocidad de combustión. Es la velocidad con que se producen las reacciones químicas de la combustión

Velocidad de traslación. Hace referencia a la velocidad del frente de llama ocasionado por la diferencia de presiones.



Combustión en los motores de gasolina.



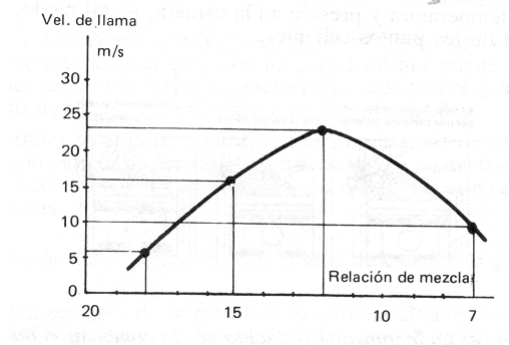
Gradiente de presión es la velocidad con que aumenta la presión en relación al giro del cigüeñal.

En el rendimiento del motor tiene gran importancia el instante en que se inicia la combustión, la forma de la cámara de combustión y la posición de la bujía, los cuales influyen directamente sobre la velocidad del frente de llama.

Combustión en los motores de gasolina.

Los factores que afectan sobre la velocidad del frente de llama son:

- Turbulencia
- Relación de mezcla,



Combustión en los motores de gasolina.

- **Temperatura.** Existe una determinada temperatura a la cual se producen las reacciones de oxidación muy rápidas, siendo menor para temperaturas mayores y menores
- **Presión.** La presión dificulta el inicio de la combustión, debido a la dificultad de propagación de la chispa, una vez iniciada la propagación es más rápida.
- **Humedad.** Disminuye la velocidad de propagación.

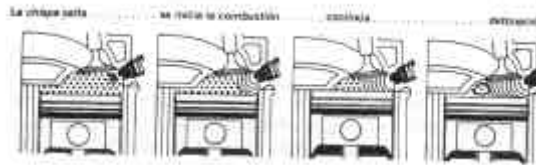


Autoencendido y detonación

La inflamación se produce por una partícula caliente... salta la chispa normal... se inflama el resto del combustible.



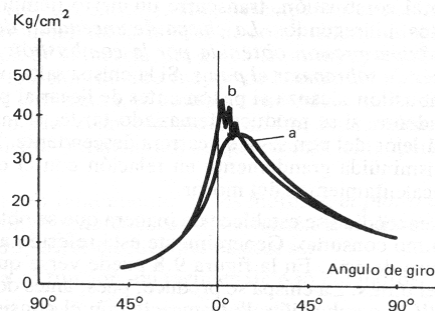
Autoencendido. La inflamación se inicia por algún punto caliente. Aumenta todavía más la temperatura y presión de la cámara



Detonación. Producida por la explosión instantánea de una parte de la mezcla. Somete al pistón a esfuerzos anormales.



Autoencendido y detonación



A=combustión normal

B=combustión con detonación



Autoencendido y detonación

Podemos disminuir la autodetonación, independientemente del índice NO de la siguientes formas:

- Reduciendo la Rc
- Disminuyendo la temperatura de la mezcla en admisión
- Disminuyendo la temperatura de las paredes de la cámara
- Empleando mezclas ricas o pobres para disminuir la temperatura de la llama
- Retrasando el punto de encendido
- Aumentando la turbulencia
- Disminuyendo la longitud del recorrido de la llama (cámaras hemisféricas)



Punto de encendido

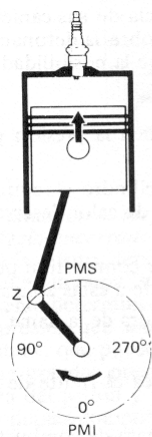


Fig. 9.8

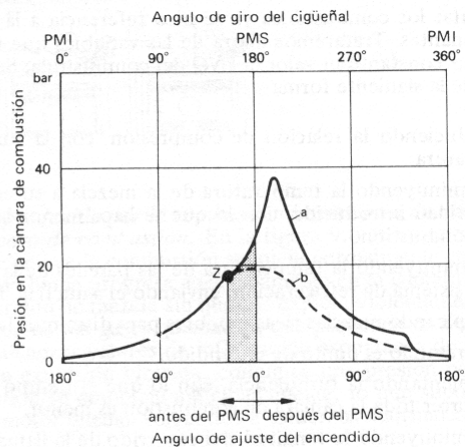


Fig. 9.9



Características de la cámara de combustión en los motores de gasolina

- El diseño de la cámara de combustión y la posición de la bujía influyen notablemente en el rendimiento.
- Se diseña de forma que la mayor parte de combustible se quemé en el instante de salto de chispa, el resto debe inflamarse progresivamente yendo en disminución, para conseguir esto debe haber una elevada turbulencia.
- Hay reducir en lo posible el riesgo de picado, para ello se ha de mantener a baja temperatura la parte de cámara mas alejada de la bujía.
- Asimismo debe reducirse en lo posible el recorrido de la llama, para ello la mejor solución es una disposición centrada de la bujía.



Características de la cámara de combustión en los motores de gasolina

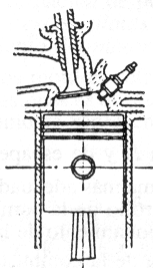


Fig. 4.12

Bañera. Sencillez de mando. Bujía centrada, distancia de frente de llama excesiva. Motores de baja cilindrada

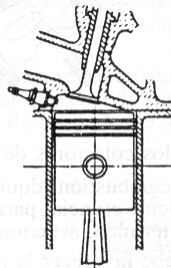


Fig. 4.14

Cuña. Detonación muy baja. Construcción sencilla. Se utiliza en motores de elevada Rc.

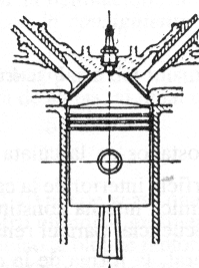


Fig. 4.15

Hemisférica. Permite válvulas grandes, bujía centrada. Mejor rendimiento. Mando de válvulas complejo



La combustión en los motores diesel

- No se forma un frente de llama único
- Combustible frío, aire caliente.
- Si el aire está inmóvil, el gas quemado rodeará las gotas de combustible apagándolas.
- El tiempo que tarda el combustible en quemarse depende de tres factores:
 - Diferencia de temperaturas entre el aire y la de autoencendido del combustible.
 - Presión en la cámara de combustión
 - Tamaño de las partículas de combustible.
- Para que pueda penetrar el gasóleo, la presión debe ser superior a la de la cámara.



La combustión en los motores diesel

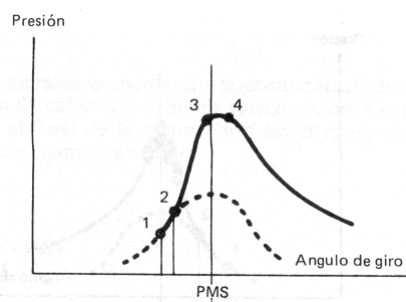
La combustión se realiza en tres fases.

- El gasóleo a baja temperatura entra en la cámara, las gotas se mezclan con el aire y se calientan. El tiempo que tarda en inflamarse se denomina **retardo de inflamación**.
- Se quema el combustible almacenado y la presión aumenta muy bruscamente. Esta fase se denomina de **combustión incontrolada**, aparece un poco antes del PMS.
- El combustible se va quemando conforme sale inyectado, **combustión controlada**, proporcionando un control preciso de la presión, algunas partículas se queman posteriormente a que se ha dejado de inyectar.

La combustión en los motores diesel

Para reducir el ruido característico de los Diesel se recurre a:

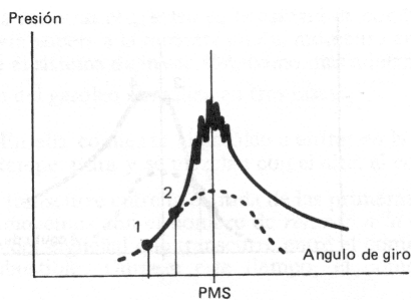
- Empleo de un combustible con alto índice de cetano
- Reducción del volumen de combustible sometido al encendido inicial
- Mejora de la turbulencia.



La combustión se realiza en un exceso de un 50% de aire aproximadamente

Retardo a la inflamación

El picado en los diesel se produce al principio de la combustión al contrario que en el motor de gasolina. El tiempo de retardo depende de los siguientes factores:



- Pulverización
- Turbulencia
- Relación de compresión
- Temperatura



La cámara de combustión diesel. Cámara de inyección directa.

La inyección se realiza directamente en el cilindro en alojamientos en la cabeza del pistón, en la corriente que se forma en dicha cabeza.

Turbulencia baja

La relación de compresión es alta 15/1 hasta 20/1

Se consiguen presiones y temperaturas elevadas.

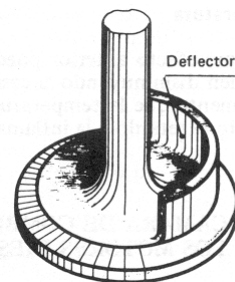
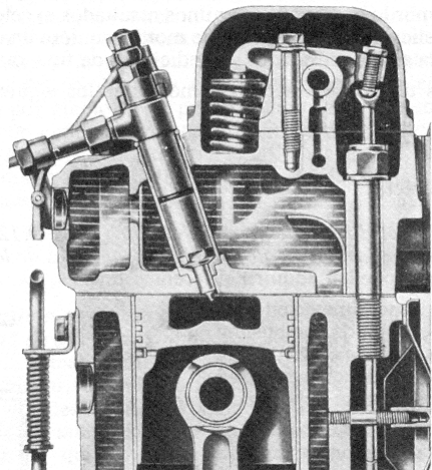
Se necesitan presiones de inyección elevadas 250kg/cm^2 .

La pérdida de calor es baja, el arranque es frío es bueno.

Utilizada en motores diesel lentos (camiones) y rápidos TDI.



La cámara de combustión diesel. Cámara de inyección directa.



En motores diesel rápidos es necesario aumentar considerablemente la turbulencia, por medio de deflectores en la válvulas, y aprovechando la orientación del conducto de admisión, creando un torbellino.

La cámara de combustión diesel. Cámara de inyección directa.

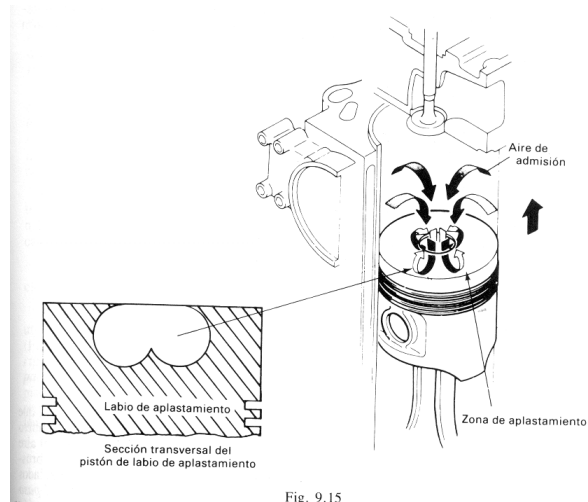


Fig. 9.15

La cámara de combustión diesel. Cámara de inyección directa.

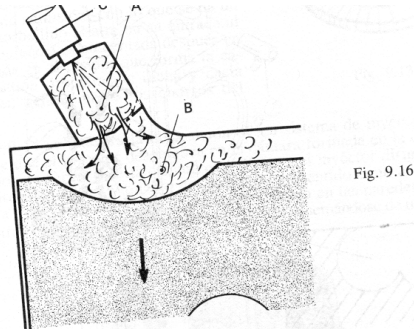
Inconvenientes:

- Elevada temperatura que alcanza el pistón
- Necesidad de inyectores con salida muy fina en motores pequeños.
- Ruido ocasionado por la precombustión

Ventajas

- Mayor rendimiento debido a bajas pérdidas por calor.
- Menor consumo.
- Mayor sencillez y economía.

La cámara de combustión diesel. Cámara de precombustión.



El efecto de la presión durante la fase incontrolada queda limitada por los conductos de comunicación de la precámara.

La presión se aplica de forma gradual sobre el pistón.

La cámara de combustión diesel. Cámara de precombustión.

La combustión es más silenciosa

Las presiones de combustión requeridas son menos elevadas.

El consumo específico es elevado 190 230gr/CV-h

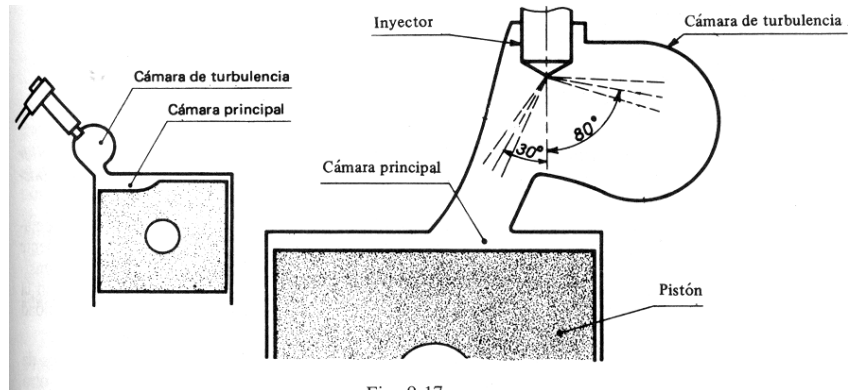
La relación de compresión estar entre 15 y 20. Las presiones de inyección son bajas, entre 80 y 120kg/cm².

A bajas revoluciones la combustión es más rápida, mejor rendimiento, mayor ruido.

A altas revoluciones combustión mas lenta, menos rendimiento, menos ruido..

Las presiones son menores que en los motores de inyección directa.

La cámara de combustión diesel. Cámara de turbulencia



La turbulencia se crea por la entrada de aire en la precámara.

La cámara de combustión diesel. Cámara de turbulencia

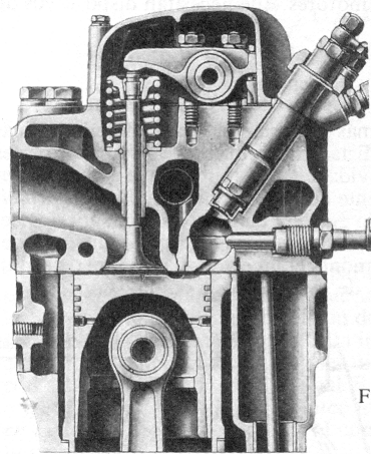


Fig. 9



Química de la combustión

- Gases producto de la combustión.
- Relación de oxígeno en el aire 23%.
- Relación estequiométrica.

Riqueza es la relación entre el dosificado real y el de la relación estequiométrica.

Con mezclas pobres, la combustión es lenta, el motor se calienta en exceso y pierde potencia

Con mezclas ricas, se obtienen combustiones rápidas que pueden provocar detonaciones.

En gasolina la riqueza, varía entre un 11 y un 17/1. En un 12/1 la potencia obtenida es máxima, con un 18/1 el rendimiento es máximo



Diferencias en combustión diesel y de gasolina

- En gasolina se intenta evitar el encendido por compresión, en diesel se intenta que ocurra lo antes posible
- Al aumentar la Rc en gasolina aumenta la detonación, y en diesel disminuye el retardo de inflamación.
- Para mejorar el rendimiento se tiende a elevar la Rc en los motores de gasolina y a disminuirla en los diesel.
- En gasolina la mejor combustión se realiza con mezclas ricas, en diesel con exceso de aire.