

Aerotecnia

Motores de combustión interna ciclo "Diesel"

Investigaciones teóricas sobre el retraso de la combustión, proceso y termodinámica

Por **JUAN NOVELL COTS**

Relación volumétrica.

Ateniéndonos a las conclusiones de Clerk, de que la combustión completa depende sólo de la agitación mecánica del ambiente, obtenemos ya una idea concreta en pro del fenómeno de la combustión. Sin embargo, trabajos posteriores han demostrado que, si bien son ciertas las conclusiones de Clerk, hay, aparte tal factor físico, otros de orden distinto, pero que por su íntima relación con el proceso influyen sobre el desarrollo del mismo.

No obstante las fases que intervienen en tal desarrollo, existe aquella de que depende la inflamación, y que abarca toda la preparación, que tiende a obtener unas condiciones que complementen de la manera más exacta a las necesarias para su total desarrollo en lo que concierne a perfección y espontaneidad.

Tal condición de rapidez en la inflamación no ha sido conseguida; sólo ha mejorado con la introducción de los diversos sistemas agitadores que se emplean. La inflamación se produce breve tiempo después de la inyección del combustible; al espacio, definido y commensurable desde la inyección al inicio de la inflamación, se le ha dado el nombre de retraso de la combustión, cuyo valor sufre variaciones, según los sistemas y condiciones en que se realiza la compresión.

Características del combustible.

Se puede considerar el retraso de la combustión como una función unida a la turbulencia del aire comprimido, pero debemos también considerar los efectos notablemente sensibles de la temperatura del mismo ambiente, cuya influencia ya hizo constar el profesor Hawkes.

El calor necesario para conseguir la temperatura de combustión del combustible, dada la masa de aire comprimida y la velocidad del cambio de calor del aire a éste, es proporcional a la diferencia de ambas temperaturas. De la temperatura de inyección a la de combustión transcurre un espacio de tiempo en el cual se realiza la elevación de la misma hasta el punto preciso; empero, la velocidad del cambio decrece al ascender e igualarse ambas, motivando tal valor el retraso consabido.

Las perturbaciones que produce la anomalía son de efectos sensibles en el funcionamiento del motor, el cual requiere para su normalización una disminución del retraso de inflamación. Tal anomalía produce una acumulación de combustible durante el espacio que transcurre de inyección a combustión, y cuya inflamación es más tarde espontánea, aunque con cierta gradualidad, pero que perturba el desarrollo continuo del ciclo, dotando al mismo de cierta brusquedad, que difiere notablemente de un funcionamiento donde la continuidad de presión se haga patente.

La relación existente entre el aire comprimido y el combustible en lo que concierne a sus temperaturas, debe ser lo más elevada posible, en virtud de que el cambio de temperatura respectivo se efectúe con la mayor rapidez posible. Empero, las ventajas que produce la elevada relación volumétrica tiene graves inconvenientes mecánicos, referentes a la resistencia de los materiales empleados y a la disminución del rendimiento (η).

Los grados de compresión (ϵ) que ofrecen una función más adecuada al desarrollo de la combustión, a pesar de ejercer esfuerzos tangenciales elevados, acrecentados por la mayor inercia de las masas en movimiento alternativo, descienden raras veces debajo del valor de 16, y contadísimas ascienden de 20.

Por consiguiente, pretender disminuir el retraso de la combustión con el aumento del valor de la relación volumétrica (ϵ), es como demuestran ensayos y resultados, que confirman su actuación negativa a las nuevas orientaciones mecánicas, las cuales están íntimamente unidas a las leyes termodinámicas, con el fin de conseguir amplia evolución.

Influencia de los catalizadores.

La adición de catalizadores al combustible dió como resultado la disminución en porcentaje reducido del retraso consabido, y se debe a Ricardo el que se refiere al nitrato de amilo $\text{NO}_3 \text{C}_5 \text{H}_{11}$, y el nitrato de etilo $\text{NO}_3 \text{C}_2 \text{H}_5$, que con la adición de un 5 por 100 de $\text{NO}_3 \text{C}_5 \text{H}_{11}$ descendía el retraso de la combustión en 3° del ángulo de rotación del eje cigüeñal.

Igualmente Boerlage y Broeze establecieron una escala utilizando el ceteno ($\text{C}_{20} \text{H}_{42}$) y el mesitileno ($\text{C}_9 \text{H}_{18}$), con los cuales, y en especial el ceteno, que se inflama rápidamente, se mejoró la condición del retraso. Por tanto, la adición de sustancias al combustible no tiene otra misión que oxigenar el aire, tal como indican las fórmulas primeras, o acelerar la combustión por las segundas, produciendo una mayor afinidad, mejorándose, por tanto, el valor del retraso.

COMBUSTION

Compresión.

Las condiciones en que se comprime el aire comburente tiene, según demuestran los hechos prácticos, máxima importancia, y sobre las mismas, y en estricto cumplimiento de

tales principios, se han ideado distintos sistemas, que ordenamos como sigue:

- 1.º Cámaras de precombustión.
- 2.º Antecámaras.
- 3.º Compresión directa (Inyecc. direc.).
- 4.º Admisión turbulenta.

De estas categorías se han realizado infinidad de sistemas, que demuestran el estado embrionario en que se halla el estudio del fenómeno de la combustión por tal variedad de medios para obtener un mismo fin. Todos precisan distintas relaciones volumétricas para su completo desarrollo, y

Turbulencia primaria del fluido.
Sistema Aeroflow. - Mot. Perkins.

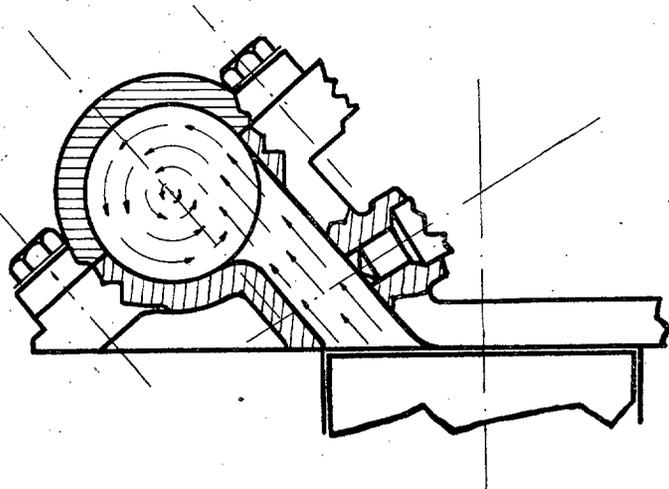


Figura 1.

ambos se apuntan innumerables pros y contras, que prevalecen y hacen más difícil su exacta selección. Sin embargo, se acrecienta más la tendencia a la cámara de precombustión, por resultar la que parece reunir mejores condiciones y un valor de (e) más reducido con una menor presión de inyección, teniendo en cuenta que su rendimiento desciende en un 10 por 100 debajo del sistema de inyección directa, dando también un valor potencial más débil por unidad de peso.

Inyección.

Estudios sobre la inyección del combustible han demostrado, según conclusiones obtenidas por Joachim y Beardsley, que la penetración aumenta con la densidad del combustible o de su peso específico, mientras que la distribución de la niebla y el ángulo del cono y la pulverización disminuyen cuando el peso específico aumenta. Los factores que influyen directamente en la penetración del combustible son:

- 1.º Presión de inyección.
- 2.º Densidad del aire comprimido.
- 3.º Relación $\frac{l}{d}$ del orificio del inyector.

Empero, aparte de dichos factores, que obran directamente en el desarrollo del proceso, existen otros de no menor importancia, los cuales han sido objeto de minuciosos estudios, cuyos resultados nos han permitido la aplicación de nuevas razones hipotéticas al proceso del fenómeno de la combustión.

* * *

Finalizada la exposición de las condiciones que actúan directa e indirectamente produciendo una combustión dentro del espacio de cierta perfección termodinámica, y al es-

tudiar minuciosamente las causas que conducen a la obtención de tales resultados y analizar la relación del fenómeno con los medios en que se realiza, se hallan en condiciones

Antecámara.

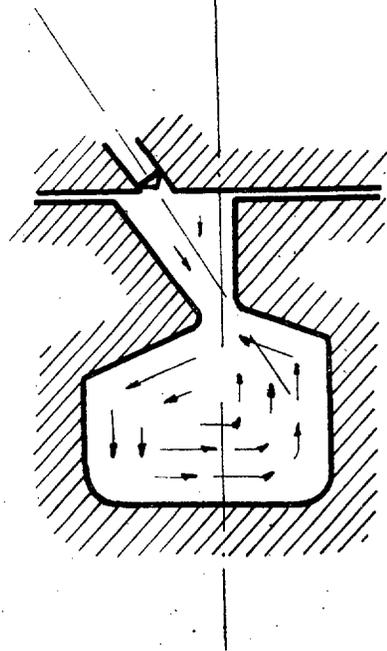


Figura 2.

que no forman parte íntima del desarrollo del proceso, no contribuyendo, por su inexacta relación, a un mejoramiento

Inyección directa.
Turbulencia poco notable.

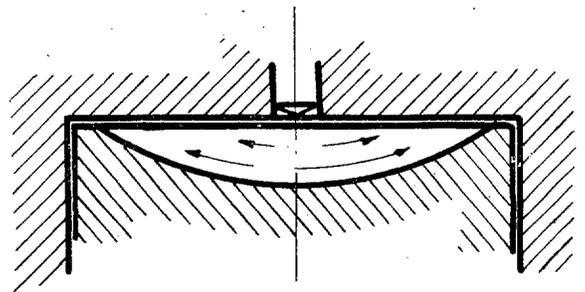


Figura 3.

notable de los valores obtenidos. En consecuencia, y en estricto cumplimiento de las necesidades físicoquímicas de todo el ciclo, analizaremos tales condiciones:

Efectos de la turbulencia.

De los resultados de investigaciones se desprende que el fenómeno de la combustión se desarrolla con retraso; lo constataron los profesores Hawkes, Bird y Neumann, los cuales, por informes, nos dieron a conocer la influencia de las cargas y de las temperaturas y la ley "que la densidad del aire es proporcional a la relación de su presión y temperaturas absolutas". Igualmente Dawies y Giffen, por el gráfico que

Admisión inicial turbulenta

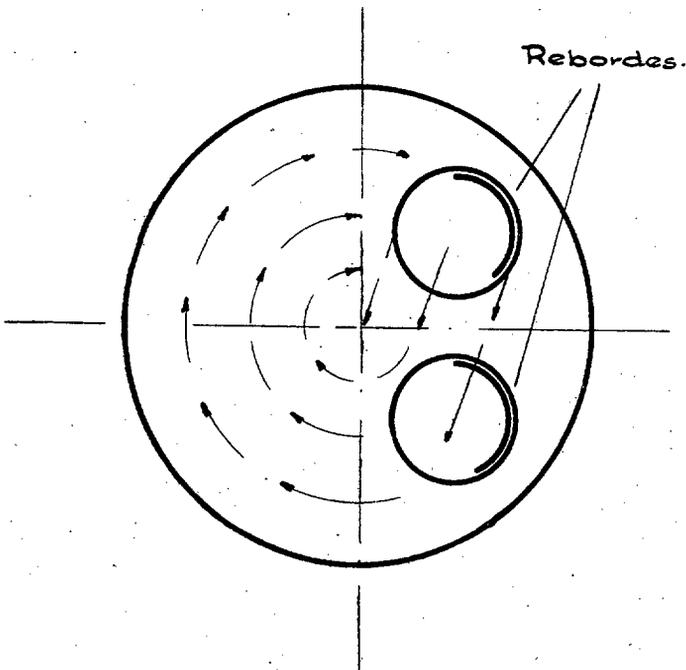


Figura 4.

representa la figura 5, constatan la influencia de la turbulencia sobre dicho retraso.

Se puede afirmar que el valor del retraso descende con cargas notables obtenidas por elevadas relaciones volumétricas (e) que producen las temperaturas correspondientes y la actuación de cierta agitación más o menos ficticia, junto con la íntima relación del resto de condiciones fisicoquímicas que complementan el proceso.

Empero, de los medios de obtención de una turbulencia en grado suficiente para que contribuya a la formación de una homogeneidad y a la preparación de un ambiente comburente al inicio de la inyección, con el fin de obtener una afinidad elevada, concreta y notable por sus resultados, se deduce que de los medios en que se realiza la agitación anunciada es posible clasificar a la cámara de precombustión y a la cámara de aire en lugar preeminente, sin dejar de estudiar su desarrollo en la fase de compresión y la actuación del fluido en el interior de la cámara.

Influencia de la velocidad del émbolo.

Indudablemente que, debido a la depresión existente en la cámara, el fluido penetrará en la misma al inicio de la compresión de una manera turbulenta y vertiginosa, realizando el movimiento que señala la figura 1. Pero si tal movimiento se efectúa al inicio de la fase de compresión y a los pocos grados del ángulo (b) de rotación del eje cigüeñal, a medida que el valor de éste ascienda, y después de pasar de los 90°, en que se producirá el mayor avance en idénticas unidades de tiempo, como demuestra el diagrama de la figura 6, la velocidad del émbolo descenderá, y por consiguiente, la velocidad del fluido sufrirá un descenso, por estar sujeto a las mismas variaciones; sin embargo, aparte de las alteraciones del fluido producidas por el mecanismo biela-manivela, existen otras condiciones que producen efectos negativos al desarrollo de la turbulencia.

Sentados estos conceptos, examinemos la figura 1 en con-

sideración a las condiciones anunciadas. En virtud de tales resultados, en el interior de la cámara la agitación será producida por la estructura de la misma, y su movimiento y velocidad sólo modificados por el avance del émbolo en idénticas unidades y por los efectos físicos que sufrirá el fluido durante el curso de la fase, lo que equivale a un movimiento acelerado y retardado durante los primeros 90°, y el resto hasta llegar a los 180°, respectivamente.

Retraso de la combustión, en grados, del eje cigüeñal.

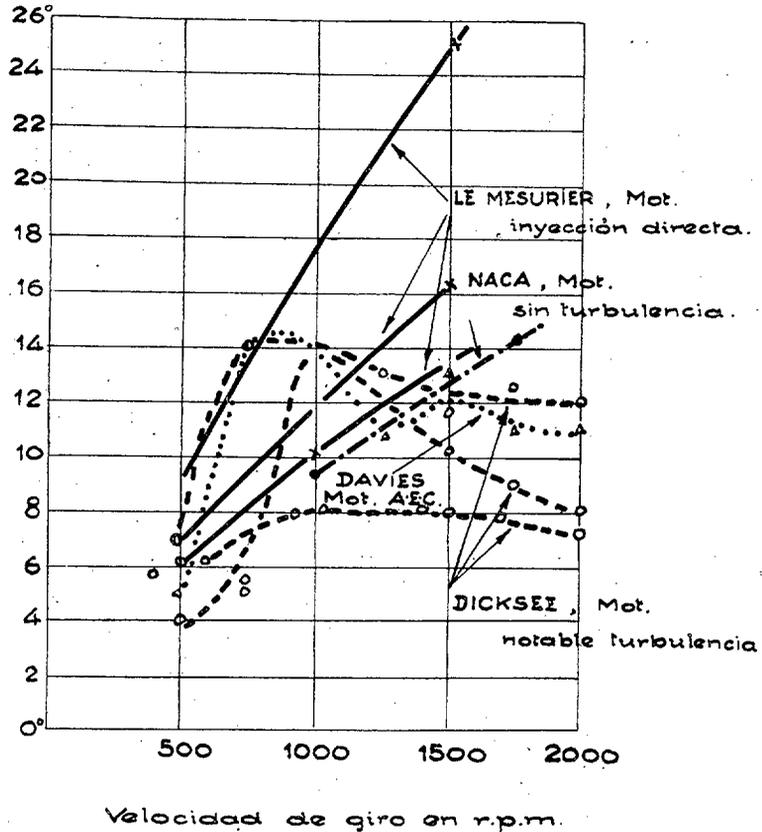


Figura 5.

Ciertamente, no es posible admitir el reposo del fluido; pero de igual forma que no concebimos el reposo por condiciones consabidas, su movimiento hasta el final de la compresión varía en sentido negativo.

Turbulencia al final de la fase de compresión.

Examinados los distintos valores del avance del émbolo y del descenso de su valor al final de la misma, resulta, pues, afectada la condición turbulenta. A medida que la compresión se efectúa el fluido varía de velocidad, por producirse el intercambio entre cilindro y cámara de una manera uniformemente más lenta, debido al aumento de presión del ambiente de esta última. Por consiguiente, tal descenso de velocidad se debe al igualarse las presiones, cuya igualdad se produce más lentamente que el inicio de la fase.

Dilatación interna.

Por otra parte, en el centro de la cámara, donde el fluido consigue la máxima separación de las partes refrigeradas, se producirá cierta dilatación, con su expansión correspondien-

te, que actuará de fuerza negativa a la penetración del fluido procedente del cilindro. Tal condición será de efectos negativos a la turbulencia y actuará de resistencia al giro del mismo.

y su acción tiene resultados dignos de consideración; por tanto, en virtud de tales causas, deducimos:

1.º No podemos admitir, por las razones señaladas, como constantes hasta el final de la fase de compresión, el grado

Avances del émbolo en unidades de tiempo iguales.

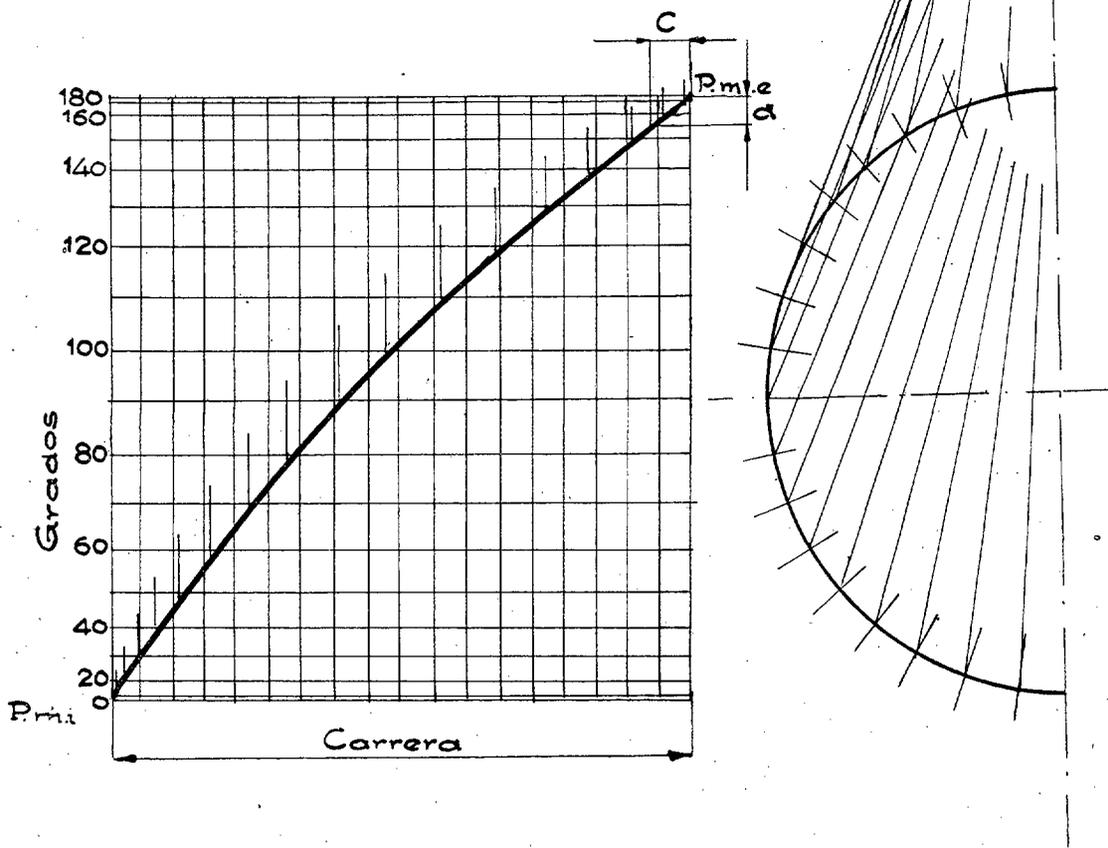


Figura 6.

Efecto de corrientes opuestas.

En el punto de contacto del conducto y la cámara se crean unas corrientes opuestas, tal como demuestra la figura 1, cuyo resultado obra negativamente al desarrollo de una agitación continua y uniforme, colaborando con las otras condiciones a ejercer su influencia sobre las fuerzas pasivas del fluido creadas por el émbolo.

Conclusión.

Adicionando los efectos producidos por la actuación de los factores examinados, se desprende de tales resultados que la movilidad de las moléculas del fluido queda cada vez más reducida, por la acción de las causas consabidas. Es evidente que hasta el último espacio de recorrido del émbolo las moléculas sufrirán una compresión que les causará, a pesar de todos los factores negativos, un movimiento al finalizar la fase, que sin duda subsiste. El movimiento será, pues, de conjunto, y por consiguiente, a medida que la carrera del émbolo llegará a su fin, y en virtud del desarrollo del ascenso que señala la figura 6, esta agitación no puede ser tan notable en el interior de la cámara, y su valor descenderá en el conducto y superficie del émbolo. Tal efecto queda señalado

de turbulencia primaria y su intensidad, creadas al inicio de la misma.

2.º Con tales sistemas mecánicos de producción de cierta turbulencia, su existencia no mejora en grado muy notable las condiciones de afinidad del fenómeno.

3.º El fluido, a medida que ascienda la relación volumétrica y su temperatura correspondiente, seguirá en curso inversamente proporcional a la velocidad de compresión, dando lugar a resistencias negativas, produciendo sólo un movimiento justo y general de compresibilidad para dejar espacio exacto al resto de moléculas que deben completar el volumen.

De tales condiciones físicas se desprende que si bien se dan por consabidas ciertas condiciones que sufren un desarrollo en estas condiciones, hay causas que conducen a resultados deficientes que precisan perfeccionar para dotar al ciclo práctico de aquellas características tan apreciadas del ciclo teórico puro. Por tanto, de todas estas consideraciones se desprende lo siguiente:

1.º Que la intensidad del movimiento del fluido es escasa comparada con la necesidad.

2.º Su influencia en la disociación del combustible es poco notable.

3.º El valor del movimiento asciende si la inyección se efectúa en el conducto en lugar de hacerlo en la cámara.

Las condiciones prácticas de cada sistema de producción de la turbulencia se clasifican por sí solos; al considerar su rendimiento práctico (Np), de los cuatro grupos clasificados adquieren un lugar preeminente los de las figuras 1 y 2, y se puede admitir que la desvalorización en relación a las mismas leyes adquiere valores más notables en las figuras 3 y 4, donde sus resultados turbulentos desaparecen en parte en la compresión. Los efectos de una admisión agitada no pueden subsistir durante toda la compresión sin la intervención de factores mecánicos que colaboren a su sostenimiento. Por consiguiente, sus resultados son más débiles que los de los primeros grupos.

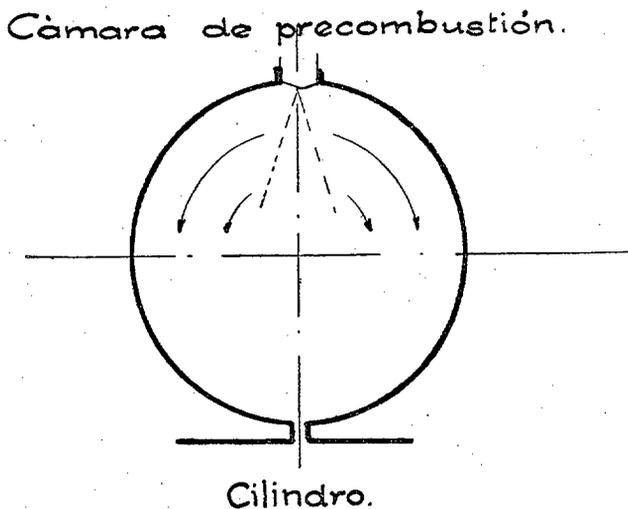


Figura 7.

Teoría de la disociación.

La disociación del combustible tiene efectos muy notables cuando más elevada sea la velocidad de la pulverización en el aire, y en particular si la dirección del movimiento del aire es opuesta a la del combustible inyectado; en este caso la disociación es mucho más perfecta.

Admitiendo, por realización bastante perfecta y por cumplir con la ley y teoría de la pulverización del combustible, la transformación del líquido en niebla obtenida por el inyector, daremos amplia extensión al resto de condiciones que complementan el fenómeno.

La influencia de la presión de la inyección es notable (figura 8); realizándose en condiciones adecuadas al volumen de la cámara y su peso específico, es posible conseguir penetraciones que produzcan efectos interesantes. Sin embargo, el aislamiento de los demás factores motiva una desvalorización de los resultados.

Inyección en el fluido comprimido.

La dispersión del combustible es mucho más uniforme cuando la presión de inyección y la densidad del aire aumentan y cuando la viscosidad del combustible disminuye. El porcentaje del mismo que llega a cierta distancia aumenta cuando el ángulo del cono disminuye.

El espacio de tiempo necesario para que se efectúe la combustión depende de la superficie de contacto del líquido pulverizado, o sea de las moléculas con el aire comprimido y de

Inyecciones en distintas densidades.

Presión de inyección 282 Kgs. /m²

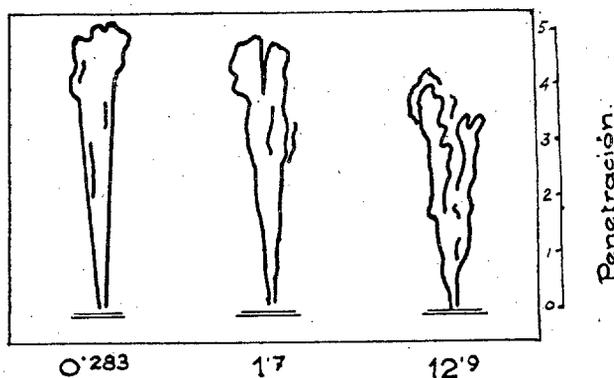


Figura 8.

la diferencia de temperaturas, como ya se ha demostrado. Las trayectorias de distintas inyecciones de la figura 8 demuestran el avance compacto del combustible, aunque en forma de conos, cuyos ángulos varían con la presión de inyección, pero que sin la intervención de cierta turbulencia, la penetración es sólo local y su expansión escasa.

De tal examen es menester considerar que el escaso valor del coeficiente de distribución del combustible en el seno del fluido comprimido se debe a causas consideradas y resumidas como sigue:

1.º La intensidad de la turbulencia, demostrada anteriormente, es insuficiente para vencer la intensidad de la inyección y producir una distribución expansiva completa en lo que a una combustión instantánea concierne.

2.º Las moléculas más lejanas del inyector conseguirán más rápidamente la temperatura de combustión, creando una atmósfera comburente que aísla la uniformidad del fenómeno y causa el retraso.

3.º En virtud de las causas citadas, es menester crear un ambiente turbulento intenso, obteniendo una homogeneidad, consiguiendo que un valor más elevado de combustible iguale la temperatura de combustión más rápidamente.

De dichas causas se desprende, en consecuencia, que interesa producir la disociación molecular, envolviendo al mayor número posible de moléculas de un ambiente de fluido, en cumplimiento estricto de la teoría de la disociación, y mejorando, con la colaboración del resto de factores mecánicos, la ley de la pulverización y dotando al ciclo de afinidad.

INECCION SIMULTANEA DE COMBUSTIBLE Y AIRE

En consecuencia de todas las causas estudiadas y en la aplicación de un desarrollo lo más exacto posible, precisa fijar que, al presentar la teoría de efectuar una inyección simultánea de ambos elementos, existen valores que actúan directamente sobre el resultado y rendimiento, los cuales no pueden ser precisados más que experimentalmente, y cuya aplicación y valor serán sólo estudiados teóricamente por medio de razonamientos y cálculos, en espera de poderlos precisar algún día de forma experimental.

Partiendo del principio de un complemento a los sistemas hoy en práctica, desarrollamos la teoría en un medio donde por sus condiciones favorezca su aplicación, conside-

rando a los motores de inyección directa con cámara cilíndrica, determinada por la culata y el émbolo, adaptable a tal proceso.

Inyectores en un mismo eje y opuestos.

Por este medio es posible obtener una íntima combinación entre combustible y aire al resultar opuestas las corrientes creadas por los dos inyectores (fig. 9), produciéndose cierta desintegración, envolviendo las moléculas del combustible de una capa de fluido en medio de un movimiento intenso, complemento y coordinado con el creado por la compresión.

Inyectores en un mismo eje y opuestos.

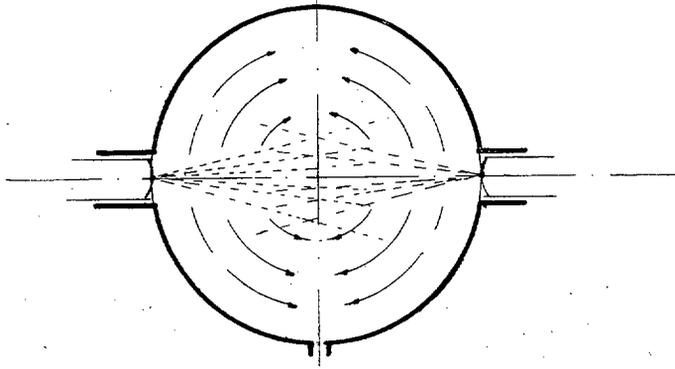


Figura 9.

Sobre la actuación del fluido y los resultados influyen una serie de factores, como: separación de ambos orificios, presión de inyección, situación, simultaneidad, que sin duda alguna producen efectos distintos, dignos de la mayor consideración, y que para fijar sus resultados, ora positivos, ora negativos, es menester realizar profundos y minuciosos ensayos en toda su vasta extensión.

Inyectores en ejes distintos y opuestos.

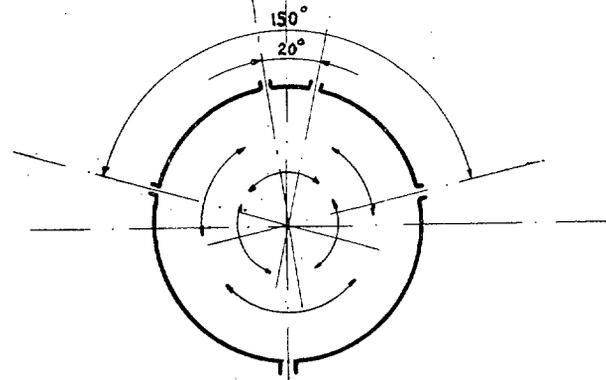
La actuación que parece cumplir con más exactitud con las leyes, dentro de la categoría de ejes distintos, son aquellos cuyos ejes están comprendidos entre los ángulos que oscilan de 20° a 150°, tal como indica la figura 10. Previéndose que quizá con una fuerte presión de inyección del fluido se consiguiese reducir el diámetro medio de las gotas que produce la pulverización.

En ambos casos puede ocurrir, muy lógicamente, que al inflamarse espontáneamente las primeras gotas por su contacto con el aire inyectado, disgreguen al resto del combustible, gasificándolo, dando una mayor afinidad al fenómeno, y quemando automáticamente.

Influencia de la presión y simultaneidad de las inyecciones.

En los Laboratorios de la N. A. C. A. se han estudiado las penetraciones del combustible con diversas presiones de inyección y del ambiente comprimido. Igualmente, el doctor Schweitzer ha demostrado la influencia de la densidad del aire en la cámara de combustión y su velocidad de penetración. Exactamente el profesor Magg da una importancia decisiva a la velocidad con que los gases se desprenden, ya que la combustión se realiza en un lapso de tiempo muy corto (de 0,02 a 0,35 seg.), rechazando la vieja teoría de la vaporiza-

Valores máximos y mínimos en grados.



Inyectores en ejes distintos, en ángulo.

Figura 10.

ción, presentando que es una gasificación de los productos inyectados lo que inicia la combustión.

Por consiguiente, en tales condiciones admitiremos presiones y espacios conocidos, proponiéndonos fijar la distancia de los inyectores si es posible ser conseguida por penetraciones normales, esto es, que ambas inyecciones entren en intimidad. Admitiendo que la penetración aumenta con la presión de inyección y cuando el ángulo del cono disminuye, y también, como se ha demostrado en los Laboratorios de Arcueil, que cuando mayor es la viscosidad del combustible mayor es el diámetro de las gotitas pulverizadas, lo que recuerda el prestar atención a la viscosidad de los combustibles a emplear en todos los motores rápidos. En consecuencia, de la conclusión anunciada y de los diagramas se desprende de la figura 11 tal resultado, y nos indica que precisa de elevadas presiones de inyección y reducir la presión del fluido comprimido (aunque su importancia es relativa).

Resultados de la relación volumétrica y elevadas presiones de inyección del fluido.

En lo que concierne a la potencia máscica, precisa que con idénticas unidades el valor ascienda. Conociendo "a priori" las causas que influyen sobre la elevación de la potencia y en mejoramiento del rendimiento mecánico (Nm), pueden estas condiciones mejorarse relativamente con la reducción de la relación volumétrica $V_a : V_c$; empero, el rendimiento del ciclo sufre alteraciones. Desciende también por su relación la temperatura de compresión (T_c), y por consiguiente, la densidad del fluido, lo que conduce a una elevación del retraso de la combustión. Por consiguiente, sobre este particular no conviene operar sin una completa seguridad de su comportamiento.

Sin embargo, es posible aminorar dichos resultados negativos operando con presiones que se mantengan lo más aproximadas al rendimiento elevado, contrarrestando con una elevada presión de inyección los efectos señalados. Esta elevada presión, con una separación de orificios de ambos inyectores que guarde relación con las presiones, tiene la particularidad de concentrar la acción de su temperatura correspondiente y de producir una envolvente a las moléculas del combustible, dando mayor superficie al mismo en contacto con el aire, quedando el espacio de tiempo más reducido en lo que a su inflamación concierne, descendiendo el valor del retraso cuando la T_c sea superior de 580°.

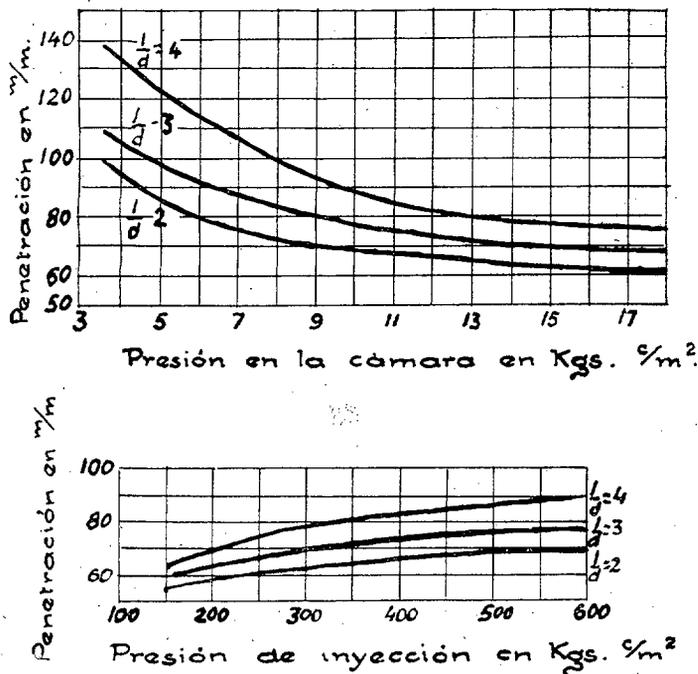


Figura 11.

Valores de presiones.

Al estudiar el desarrollo de una inyección simultánea precisa fijar una trayectoria concreta con valores aproximados, que los cálculos pueden deducir. Por tanto, partimos de un motor de inyección directa de una relación volumétrica (E) 16, inyectándose el combustible a 150 kgs. cm².

La presión al final de la compresión es:

$$p_c = E^{1.33} = 16^{1.33} = 39,9 \text{ kgs. cm}^2.$$

La temperatura al final de la misma fase es:

$$t_c = (100 + 273) E^{0.33} - 273 = 659,5^\circ,$$

Y la temperatura absoluta Tc es:

$$T_c = T_i E^{K-1} = 373 \cdot 16^{1.33-1} = 932,5^\circ.$$

Los gráficos de la figura 11 demuestran la penetración del combustible, que en este caso es, aproximadamente, de 63 milímetros.

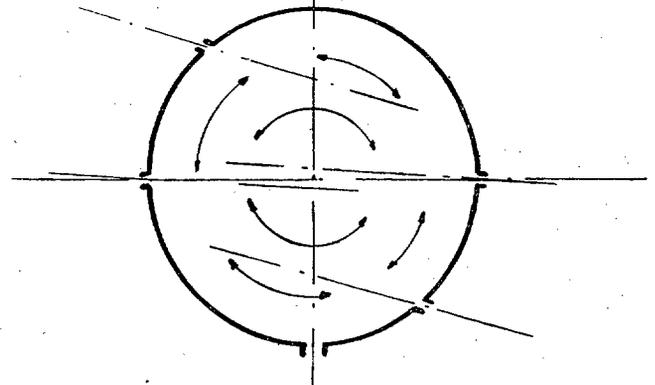
La dimensión de las gotitas pulverizadas, según señala Juhasz, en las condiciones anteriores, es igual a 0,0338 mm. de diámetro, y la velocidad de paso por el orificio del inyector es de 15 metros seg.

Considerando que el espacio entre los dos inyectores en el mismo eje es de 110 mm. (diám. cil.), es menester que la presión de inyección del fluido sea superior al combustible, con el fin de intimar el contacto. Inyecciones del fluido del orden de 200 a 250 kgs. cm², que produce una penetración de 70 a 75 mm. con relación del orificio $L : d = 4$, es, en lo que a nosotros concierne, una proporción que guarda relación con el resto de factores.

Reducción hipotética de la compresión.

Tal como se ha indicado en el empleo de la inyección simultánea, se desprende que la elevada relación (E) no tiene en este caso tanta importancia. Por tanto, obteniéndose la

Valores máximos y mínimos.



Inyectores en ejes distintos.

Figura 12.

combustión por la gasificación producto de la precombustión espontánea, es posible reducir (E) hasta el punto que su valor no sea inferior a 14 ni superior a 17 = 700°, colaborando también así al desarrollo del fenómeno.

Por consiguiente, con un valor de (E) que no sobrepase de 16 se reducen notablemente los esfuerzos de compresión, así como el peso de los órganos en movimiento alternativo, consiguiéndose una más elevada potencia másica. (En los motores dedicados a la Aviación, que en otro trabajo estudiaremos, estos valores tienen máxima importancia.)

Como final sólo queda por enumerar las conclusiones de todo lo anteriormente señalado:

- 1.ª Obtención de una turbulencia elevada, complementaria de la existente producida por los efectos de las inyecciones y fase de compresión.
- 2.ª Intima unión de las gotitas de combustible con el aire.
- 3.ª Reducción del diámetro medio de las mismas, en virtud de las leyes conocidas, y por producirse una precombustión, disgregándose el resto del combustible inyectado.
- 4.ª Por la mayor penetración se obtiene una afinidad notable, como resultado de lo anteriormente expuesto y la elevada temperatura, obteniéndose la inflamación en un espacio de tiempo más reducido.
- 5.ª Como consecuencia de la desvalorización del retraso de la combustión, y al asimilar más exactamente el ciclo teórico, produce una elevación gradual de la presión de expansión, hasta conseguir la presión máxima (Pz) en condiciones favorables a un desarrollo de continuidad. Y en lo que concierne a su funcionamiento, es probable la obtención de una marcha regular eliminándose la expansión instantánea de la totalidad del combustible almacenado durante el retraso, lo que producía la rudeza de funcionamiento. Por tanto, resultarán más elevados los coeficientes del rendimiento térmico (Nt) y mecánico (Nm) por la actuación de una función simultánea, que en idénticas capacidades energéticas actúa más exactamente en la aplicación de las leyes termodinámicas.

Sin embargo, cabe señalar que a pesar de cierta lógica que puedan poseer las teorías comentadas, no sentiremos comunicar el resultado negativo o positivo, si lo hubiese, de la investigación práctica, o ver confirmadas por otros negativamente las mismas. Sólo nos cabrá la ilusión de haber pretendido aportar una insignificante colaboración a la solución de uno de los múltiples problemas del motor Diesel rápido a los que hoy se dedican a la investigación de estas incógnitas.