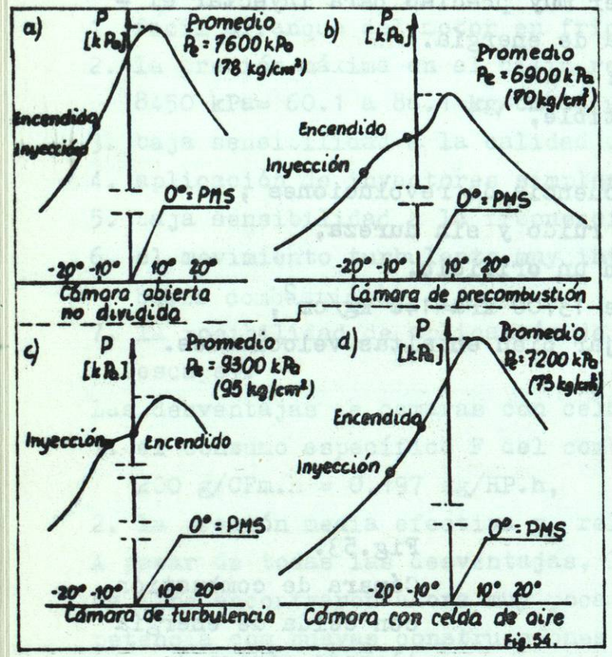
10.5.3. COMPARACION DE LAS CAMARAS DE COMBUSTION

Los diagramas de referencia del funcionamiento de todas las cámaras de combustión mencionadas en todo el capítulo No.10.5., se muestran en la fig.54.



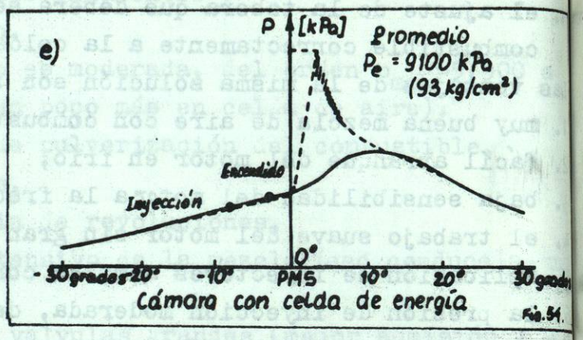


Fig.54.

Diagramas p-α para motores EC (Diesel) con diferentes tipos de cámaras de combustión:

a) cámara abierta no dividida
b) cámara de precombustión,
c) cámara de turbulencia,
d) cámara con celda de aire,
e) cámara con celda de energía;

p-presión en [kPa] y [kg/cm²]
α-tiempo en grados del giro del cigüeñal.

La tabla en la fig.55. muestra varios valores de referencia de las cámaras de combustión. Esos valores son medios porque en motores de la misma marca son comunes las diferencias en sus parámetros.

No.	Parámetros de referencia	Cámaras no divididas		Cámara de precombustión		Cámara de turbulencia		Cámara con celda de aire		Cámara con celda de energía	
1.	Límites de velocidad, [rps] y [rpm]	20	1200	70	4200	45	2700	30	1800	80	4800
2.	Presión media efectiva (al freno), [kPa] y [kg/cm²]	6850 a 8350	69.8 a 85.1	6000 a 7800	61.2 a 79.5	7850 a 10800	80.0 a 110.1	5900 a 8450	60.1 a 86.1	7850 a 10300	80.0 a 105.0
3.	Consumo específico del combustible, [kg/kW·h] y [kg/HP·h]	160 a 180	0.158 a 0.178	200 a 220	0.197 a 0.217	~185	~0.182	~200	~0.197	185 a 210	0.182 a 0.207
4.	Presión del chorro de la inyección, [kPa] y [kg/cm²]	18 000	183.5	4900 a 9800	50 a 100	11800 a 14700	120.3 a 150	12 700	129.5	13 700	140
5.	Número de orificios en la tobera del inyector	4 a 7		1		1		1		1	
6.	Relación de compresión r_v [-],	13 a 17		14 a 17		15 a 16		15 a 16		13 a 16	
7.	Arranque del motor en frío.	fácil		difícil		difícil		fácil		fácil	

Fig.55. Comparación de los datos nominales medios de motores con varias soluciones de cámara de combustión en motores Diesel.

Finalmente se debe considerar que es muy díficil decir cual cámara de combustión es mejor o peor, se puede solamente notar que con frecuencia en motores EC (Diesel) se aplican cámaras con celdas de energía u otras escritas anteriormente, pero se utilizan menos las cámaras con celda de aire.

11. SISTEMAS DE CARBURACION EN MOTORES OTTO.

El sistema de carburación debe prever la transportación adecuada a los cilindros del motor de las cantidades correctas de combustible y de aire, para asegurar la combustión conveniente de la mezcla, dependiendo de la carga del motor.

En la gran mayoría de motores ECH se usa el sistema de carburación y muy raramente el sistema de inyección, que es muy característico para motores EC (Diesel).

El sistema de carburación se muestra en la fig.56.

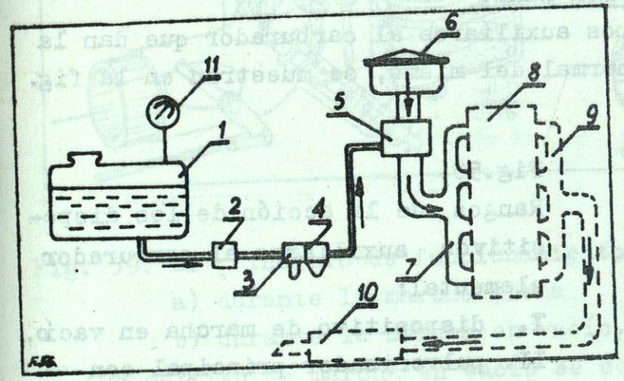


Fig.56.

Esquema del sistema de carburación en motores ECH (Otto):

1. depósito de gasolina,
2. bomba de combustible,
3. sedimentador,
4. filtro de combustible,
5. carburador,
6. filtro de aire,
7. múltiple de admisión,
8. motor con cilindros,
9. múltiple de escape,
10. silenciador,
11. indicador de la gasolina.

El carburador elemental y su principio de funcionamiento se muestra en la fig.57.

El aire succionado por el cilindro durante la carrera de admisión arrastra la gasolina del pulverizador (4) obtener la cantidad adecuada de mezcla depende de la posición de la mariposa(6), en la posición más abierta o más cerrada.

En la cámara del flotador (1) se encuentra el flotador (2) con aguja (3) para abrir o cerrar la entrada de gasolina, que sale al pulverizador (4) y la tobera (7) por la salida en el ducto (5).

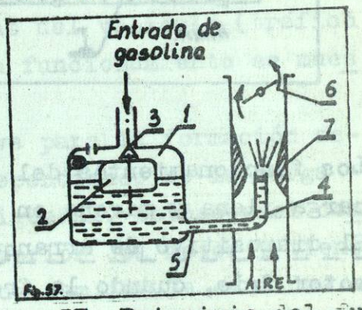


Fig.57. Principio del funcionamiento del carburador elemental.

Un carburador elemental asegura la formación de la mezcla pero no asegura la composición correcta de esa mezcla, pues el rendimiento volumétrico η_v es dependiente de la carga del motor. Ese rendimiento debe ser :

1. $r_{(v}$= 0.1 a 0.2 durante el arranque (mezcla muy rica)
2. $r_{(v}$= 0.6 a 0.8 durante la marcha en vacio (mezcla rica)
3. $r_{(v}$= 0.80 a 0.95 durante las cargas máximas para desarrollar las potencias máximas.
4. $r_{(v}$= 0.98 a 1.12 durante las cargas medias (mezcla normal económica y pobre),
5. $r_{(v}$= constante durante el cambio brusco de carga o sea el cambio brusco de la posición de la mariposa que no causará cambios en la mezcla aire-combustible.

Para lograr esas características al carburador elemental se le montó con varios equipos auxiliares como son :

1. dispositivo de arranque
2. dispositivo de marcha en vacío
3. pulverizador principal con compensación
4. dispositivo enriquezedor
5. bomba aceleradora
6. economizador (ahogador)

11.1. FUNCIONAMIENTO DEL CARBURADOR REAL.

Escalas del trabajo de los equipos auxiliares al carburador que dan la posibilidad del funcionamiento normal del mismo, se muestran en la fig. 58.

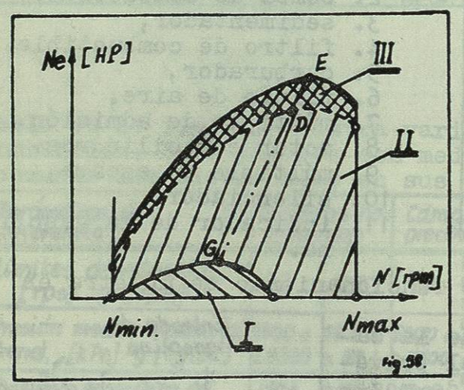


Fig.58.
Rangos de la acción de los dispositivos auxiliares al carburador elemental:

I. dispositivo de marcha en vacío,
II. pulverizador principal con compensación,
III. economizador (ahogador),
GDE; linea del trabajo de la bomba aceleradora (paso de cargas pequeñas a las grandes)

Los funcionamientos del carburador real en forma esquemática durante carga plena y marcha en vacío se muestran en la fig.59.

El dispositivo de arranque funciona solamente durante el arranque del motor frío, cuando la frecuencia de revoluciones del cigüeñal es poca, y la baja presión en la tobera no es grande (ocurre muy poca pulverización del combustible). La necesidad de formación de una mezcla rica

esta causada por baja temperatura de los conductos de admisión, Por eso la gasolina de la mezcla aire-combustible se separa sobre las paredes inferiores de esos conductos empeorando su relación al aire dentro del cilindro el motor no puede arrancar (el rendimiento volumétrico en los cilindros debe ser $r_{(v}$=1). Por eso el carburador real se equipa con mariposa especial que asegura el arranque del motor en frío (especialmente durante el invierno). Esa mariposa se puede manejar manualmente o automaticamente por un resorte termóstatico. El arranque del motor caliente no crea tantos problemas.

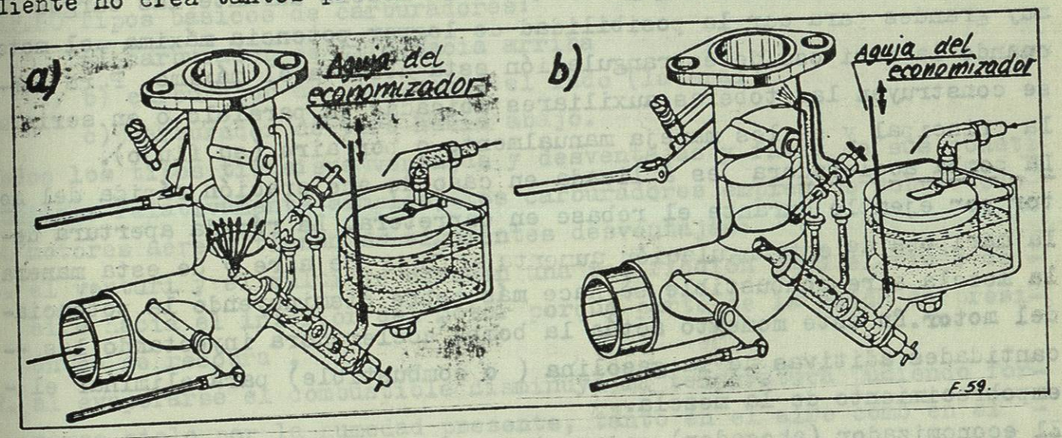


Fig. 59. El principio de funcionamiento del carburador real
a) durante la marcha plena
b) durante la marcha en vacío.

El dispositivo de marcha en vacío se construye para asegurar el trabajo del motor durante el cerrado de la mariposa de estrangulación (o sea sin carga) por ej. cuando hay cortas paradas del vehículo (tráfico en ciudad, bajada o subida de personas etc.). Su funcionamiento se muestra en la fig. 59 b).

El pulverizador principal con compensación sirve para la formación de la mezcla en la composición siempre correcta dependiendo de la carga exterior y la frecuencia de revoluciones del cigüeñal. Entonces el compensador actúa durante los cambios de carga exterior del motor y tiene dos métodos su funcionamiento. Primero; se puede cambiar la cantidad de gasolina pulverizada por el pulverizador, o segundo; se puede cambiar la cantidad de aire suministrado por la tobera. Hay varias solucio-

nes técnicas de ambos métodos. La más sencilla y aplicable es el uso del pulverizador principal con un pulverizador auxiliar de compensación (regulador de la cantidad de combustible). Estos carburadores se les llama carburadores de inyector compensador. Del segundo método, la más usual solución técnica es la aplicación de una válvula de aire dentro del carburador. Estos carburadores se les llama carburadores con valvula auxiliar para el aire, y prácticamente usan en la actualidad porque el método de controlar la relación A-F, siendo un ajuste mecánico es díficil de obtener y en extremo díficil de mantener.

El dispositivo enriquecedor enriquece la mezcla durante las cargas muy grandes para dar la posibilidad de lograr potencia máxima del motor cuando la mariposa de estrangulación esta abierta al máximo. Para eso se construyen las toberas auxiliares ubicadas en paralelo o en serie a la principal y se les maneja manualmente o por aire (su flujo).

La bomba aceleradora es aplicada en caso de aceleración rápida del motor por ejemplo durante el rebase en carretera. La rápida apertura de la mariposa de estrangulación aumenta el flujo de aire y de esta manera la mezcla aire-combustible se hace más pobre disminuyendo la potencia del motor. En este momento actúa la bomba aceleradora inyectando las cantidades aditivas de la gasolina (o combustible) para eliminar el empobrecimiento de la mezcla.

El economizador (ahogador) se construye en forma de una válvula de aguja que se maneja muy frecuentemente en forma manual. La razón de su aplicación es economizar el gasto de combustible. Se le usa cuando el motor está caliente y sobre todo en autopistas con carga más o menos constante del motor. En esta situación se mueve la aguja que disminuye el orificio de salida de gasolina (fig.59a) haciendo la mezcla aire-combustible más pobre de $\eta_v > 1.15$ a 1.20, ahorrando el consumo de gasolina por el motor.

Todos esos dispositivos del carburador se usan prácticamente en todos los motores ECH en vehículos, independiente de sus potencias y magnitudes. Naturalmente ellos tienen diversas formas pero la finalidad de aplicación es la misma, y sus principios de funcionamiento son muy semejantes.

11.2 CARBURACION E INYECCION EN MOTORES ECH.

Generalmente hay tres tipos de carburadores. Se les muestra en la fig.60

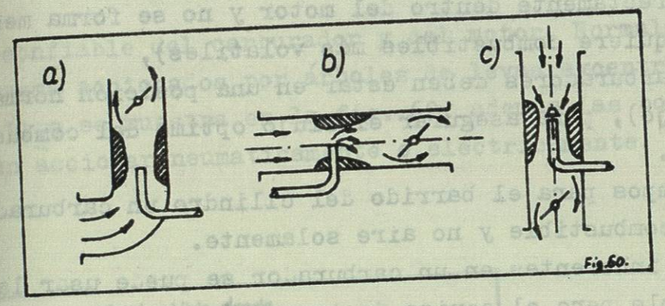


Fig.60 Tipos básicos de carburadores:

a) carburador de tiro hacia arriba
b) carburador de tiro hacia el lado (lateral)
c) carburador de tiro hacia abajo.

Todos los tipos tienen sus ventajas y desventajas y fuera de sus constituciones relativamente simples, los carburadores empleados sobre todo en motores aéreos tienen las siguientes desventajas:

1. el venturi y el múltiple ofrecen una restricción para el flujo de aire hacia el interior del motor porque parte de la caída de presión no se recobra ,
2. al evaporarse el combustible disminuye la temperatura pudiendo formarse hielo por la humedad presente, tanto en el aire como en el combustible,
3. para una buena distribución debe suministrarse calor lo cual resulta en una alimentación de aire más caliente, inducida al motor y un bajo rendimiento volumétrico,
4. la aceleración se retarda puesto que el combustible debe fluir desde el carburador hasta el cilindro,
5. el arranque es obstaculizado por la dependencia de la succión del motor, para suministrar las mezclas ricas necesarias.
6. puesto que el múltiple contiene una mezcla combustible, siempre existe el peligro de retorno de la llama desde el cilindro al interior del múltiple,
7. cuando el combustible no está bajo una presión positiva siempre existe el peligro de la obstrucción por vapor, al utilizar un carburador (sobre todo para grandes alturas o en tiempo caluroso).
8. los combustibles menos volátiles se pueden usar cuando el combusti-

ble es inyectado directamente dentro del motor y no se forma mezcla por carburador (requiere combustibles más volatiles),

9. la mayoría de los carburadores deben estar en una posición normal - (con tiro hacia abajo), para asegurar el flujo optimo del combustible hacia la tobera.

10. en motores de 2 tiempos para el barrido del cilindro un carburador- utiliza una mezcla combustible y no aire solamente.

Para evitar las fallas inherentes en un carburador se puede usar la - inyección del combustible pero el equipo de inyección es mucho más complicado y más costoso, que la carburación ya que la bomba para el combustible y la tobera deben ser fabricadas con precisión exacta. El sistema de inyección en motores ECH (Otto), que es mucho más común para - motores Diesel, se describe en el cap.12.5. La inyección de gasolina - se usa en vehículos grandes y lujosos o sea en coches deportivos y de- carrera y en motores de aviación. Hay también unas soluciones técnicas que combinan la simplicidad del carburador usual con las ventajas de - la inyección a presión. Estas soluciones se denominan carburadores de- inyección.

Es también de notarse que en un motor multicilíndrico con carburador,- cada cilindro no obtiene la misma relación aire-combustible, ni la misma cantidad de combustible (cuando la mezcla de combustible es parcialmente vaporizada). La variación de esa relación de cilindro a cilindro se muestra en la fig. 61.

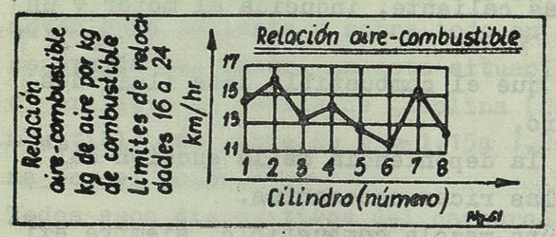


Fig.61.
Variaciones de la relación aire-combustible AF $\left[\frac{\text{kg de aire}}{\text{kg de gasolina}}\right]$ entre cilindros de un motor con- 8 cilindros.

11.3. APARATOS AUXILIARES EN SISTEMAS DE CARBURACION.

Para que un carburador pueda trabajar correctamente se debe alimentar- con gasolina en forma contínua durante el trabajo del motor. Para realizar esto se usan bombas de alimentación que extraen la gasolina del- depósito y la bombean a la cámara del flotador del carburador. La máxima capácidad de esas bombas es del orden de 3 a 5 veces mayor que el - consumo de combustible, por el motor. De esta manera se asegura un tra-

bajo confiable del carburador y del motor. Normalmente se usan bombas de diafragma accionados por árboles de levas excentricos. Una solución de - este tipo se muestra en la fig. 62. además las bombas de diafragma se - pueden accionar neumaticamente o electricamente.

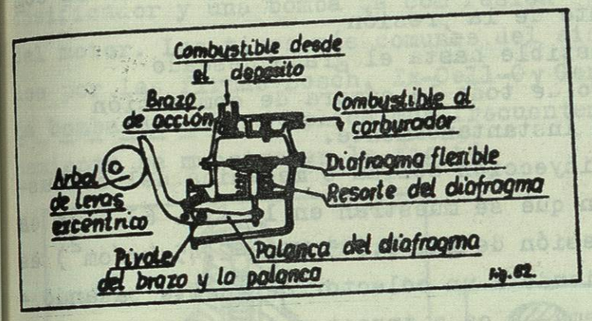


Fig.62.
Funcionamiento de la bomba de diafragma en sistema de carburación- en motores ECH (Otto).

Para aumentar la seguridad de la pureza de gasolina se usan filtros con sedimentadores para separar el agua e impurezas solidas del combusti - ble. La existencia de agua y partículas pequeñas pueden dañar o tapar(- por ej. por congelación de agua) las tuberias u otros elementos en el - sistema de alimentación pero también desgastar las superficies de los - cilindros y causar fugas y pérdidas de gases durante la expansión u otras carreras del émbolo. El mismo método de limpieza se utiliza para el aire. Los filtros de aire tiene diferentes constituciones y dependiendo de la solución y materiales usados logran rendimiento del 40% al 97% de las - impurezas. Como materiales de filtración se usan comunmente : fieltro, - lienzo (tela), papel especialmente preparado, crin de caballo, redes metálicas, virutas de varios materiales etc. Al fin de aumentar el rendi - miento de limpieza, en algunas ocasiones, los materiales de filtración - mencionados se humedecen con aceite.

12. SISTEMA DE ALIMENTACION EN MOTORES EC (DIESEL).

Cada motor del tipo Diesel posee el sistema de inyección para alimentar el motor con el combustible. Este sistema de inyección debe satisfacer -