El aire comprimido a una presión de 3,000 a 8000 kPa (= 30 a 80 kg/cm^2)- en el depósito(1) pasa por las válvulas del arranque, mantenido por el-- distribuidor al inferior de los cilindros, accionandolos con presión reducida hasta 2,500 a 3,500 kPa (= 25 a 35 kg/cm^2). El motor al trabajar- carga de nuevo los depósitos de aire.

El arranque por un motor de combustión interna pequeño se aplica sobre - todo en motores grandes de máquinas pesadas que trabajan en clima frío.- Primero se arranca con cualquier método común ese motor pequeño que luego arranca el motor grande. Este método es muy efectivo en temperaturas- hasta -45°C (-228°K) y normalmente los motores pequeños tienen un 20% de la potencia del motor principal y un sistema de refrigeración común que- calienta las paredes de los cilindros de motores grandes facilitando el- arranque y combustión en ellos.

En motores EC (Diesel) muy frecuentemente se utilizan otros métodos y e- lementos auxiliares de arranque de los cuales el más común es la bujía - incandescente de arranque que primero calienta la cámara de combustión de cada cilindro, para lograr la temperatura adecuada para causar el auto - encendido y luego se arranca el motor con métodos descritos anteriormente.

14. SISTEMA DE DISTRIBUCION Y REGULACION DE VALVULAS.

El sistema de distribución en motores de combustión interna, juega un pa pel muy importante en el funcionamiento correcto de los motores. Principalmente este sistema controla la entrada de la carga fresca a los cilin dros y el rechazo de gases de escape. El sistema de distribución es cara cterístico para motores de 4 tiempos del tipo ECH (Otto) y EC (Diesel) - porque en motores de 2 tiempos lo mismo se realiza sobre todo por la co- locación adecuada de las lumbreras de admisión y de escape (vease cap.2. 2.) y muy raramente por las válvulas o las lumbreras y válvulas mezclan- dolas.

Generalmente existen 3 tipos (vease fig.2) de sistemas de distribución - que son:

1. el sistema con válvulas bajas.
2. el sistema con válvulas en la culata
3. el sistema mezclado.

El sistema con válvulas bajas es un sistema muy sencillo pero por su cons titución no permitió el aumento de la relación de compresión r_v en moto-

res y prácticamente fue completamente abandonado en motores modernos y - en la actualidad es considerado obsoleto.

El sistema con válvulas en la culata es temporalmente aplicado en todas las soluciones modernas de motores de combustión interna y trabaja muy - bien incluso hasta conseguir frecuencias de 9000 rpm del cigüeñal (en - el caso que el árbol de levas se ubique en la culata.) La ubicación del- árbol de levas no es tan importante porque los motores comerciales rara- mente sobrepasan la frecuencia de 6000 rpm.

Hay tres métodos de acción del árbol de levas :

1. por engranes
2. por la cadena (de distribución) y
3. por banda (cinta) dentada.

Todos los métodos son usados actualmente pero la banda dentada disminuye considerablemente el ruido causado por el trabajo del motor.

El sistema mezclado se constituye por las válvulas de admisión colocadas en la culata, y por las válvulas de escape ubicadas abajo. Por eso la -- construcción del sistema es muy complicada y cara, aunque da la posibili dad del aumento de la relación de compresión r_v y el mejoramiento del - rendimiento volumétrico η_v. Este sistema por sus cualidades encontró po- ca aplicación en motores de vehículos y se le usa relativamente en forma esporadica en otras soluciones.

14.1. CINEMATICA DEL SISTEMA DE LEVAS.

Un parámetro importante para la potencia del motor es el rendimiento vo- lumétrico η_v que depende mucho de los ángulos de apertura y cierre de las válvulas. En la fig. 83 se muestra el funcionamiento fásico del sistema- de distribución.

Del diagrama fásico se deduce que tanto la admisión como el escape duran más de 180° a diferencia del giro del cigüeñal y que hay regiones comunes en los ángulos de apertura de ambas válvulas (por ej. $\alpha_e + \beta_a$). Esa for ma de trabajar mejora el llenado y vaciado de los cilindros. Claro que - eso depende todavía de las velocidades de flujo de gases (mezcla frescao gases de escape) que logran los valores medios siguientes :

v_m= 40 a 60 m/s para las mezclas de admisión y

v_m= 50 a 80 m/s para los gases de escape.

La apertura y cierre de válvulas estan manejados por el sistema de dis - tribución y más directamente por las levas en el árbol de levas. Generalmen

te se construyen 3 tipos de contornos de levas que son :

1. leva convexa 2. leva tangencial 3. leva concava.

En la fig. 84 se muestra la forma de esas levas.

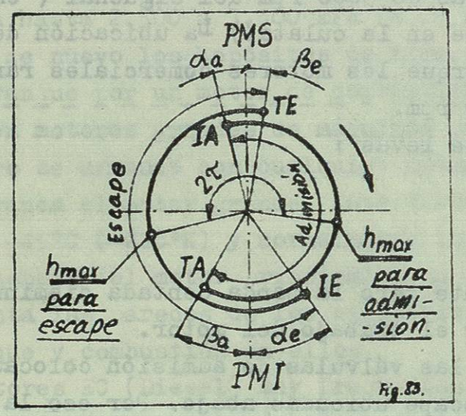

Fig.83.
Diagrama fásico del funcionamiento del sistema de distribución (vease también fig.18) :

IA- inicio de admisión (abre la válvula de admisión).

TA- terminación de admisión (cierre de la válvula).

IE- inicio de escape (abre la válvula de escape).

TE- terminación de escape (cierre de la válvula).

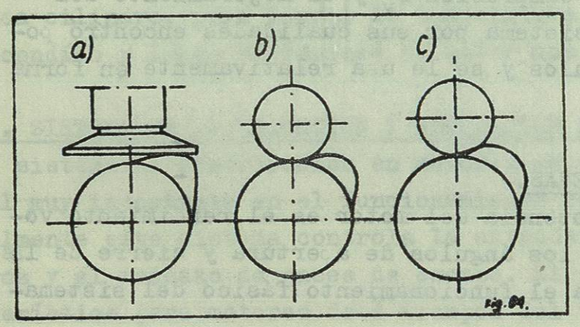

Fig.84.
Los contornos básicos de levas :

a) leva convexa (armonica)

b) leva tangencial (de disco)

c) leva concava.

La solución mostrada en la fig. 84a puede complementarse con empujador de válvulas plano o de rodillo y en la forma presentada en el dibujo es la más común y usual en todas las aplicaciones técnicas de motores. Las otras dos soluciones cooperan solamente con empujadores de válvulas de rodillo y encontraron su aplicación en motores de media y poca frecuencia de giro.

La cinemática de la distribución determina las magnitudes unidas con movimiento de leva; ellas son :

1. carrera de la válvula (o del empujador de válvulas) - h,
2. velocidad de la válvula (o del empujador de válvulas)- v,
3. aceleración de la válvula (o del empujador de válvulas) - a.

Los diagramas de este tipo dependiendo del ángulo de giro del cigüeñal se muestran en la fig.85.

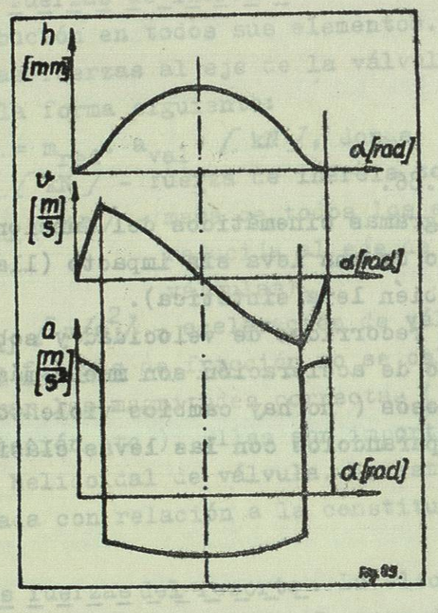

Fig.85
Diagramas cinemáticos del funcionamiento de una leva convexa (armonica)

La válvula logra la máxima velocidad positiva o negativa en el punto de cambio de los radios de la leva (del radio lateral al radio de la punta y al revés). En el mismo punto sucede el cambio de aceleraciones que se da en forma brusca. Primero aparece la desaceleración (aceleración negativa) y luego el otro lado de la leva- la aceleración positiva. La desaceleración influye sobre el rompimiento del contacto entre la leva y el empujador de válvulas, pero un resorte helicoidal escogido correctamente no lo permite, entonces las válvulas trabajan bien. La desaceleración dicha logra los valores siguientes:

a= 20 a 40 m/s^2- para motores de poca frecuencia de revoluciones

a= 500 a 1500 m/s^2- para motores rápidos.

En los carros de carrera (motores muy rápidos) se aplican ahora las levas llamadas levas sin impacto.

Eso corresponde al contorno de levas. Las clasicas (fig84) forman su contorno de las partes de algunos círculos, y esas nuevas- de las partes de