

2 INTRODUCCIÓN:

Este proyecto es una herramienta para el análisis y el diseño de levas. Hay módulos más generales que se ocupan solamente del diseño de la leva, concociendo el movimiento del seguidor, y módulos más específicos, que hacen además un análisis cinemático y dinámico para las cadenas cinemáticas más comunes usadas en los sistemas de distribución de los motores alternativos.

En la siguiente figura se representa un movimiento típico de las válvulas de escape y de admisión, frente al ángulo de giro del cigüeñal. También se representa la presión en el cilindro.

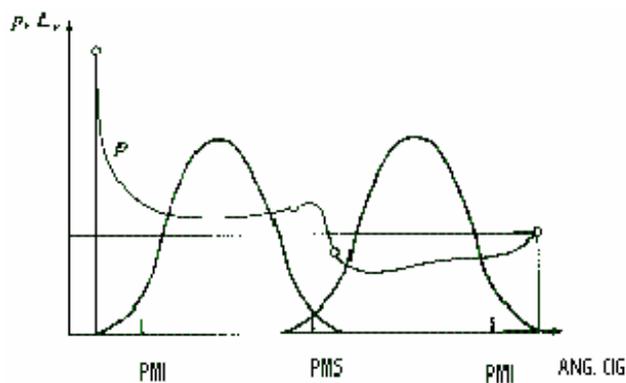


FIGURA 2.1

ANG.CIG= ángulo del cigüeñal

Es normal extender el levantamiento de la válvula más allá de los puntos muertos para mejorar el llenado de los cilindros y usar la inercia de los gases, en los sistemas de admisión y escape.

En el escape, la válvula se abre entre 50° y 60° antes del PMI (Adelanto a la Apertura del Escape, AAE), y los gases empiezan ya a salir por la diferencia de presión que existe (se ayuda así a la expulsión de los gases). Se trata también de reducir la presión del cilindro, para alcanzar la presión del colector de escape tan pronto como sea posible, en todo el rango de revoluciones. En el movimiento del pistón del PMI al PMS, los gases salen por desplazamiento. La válvula cierra entre 8° y 20° después del PMS (Retraso al Cierre del Escape, RCE). El RCE determina, junto con el AAA (Adelanto a la Apertura de la Admisión), el solape de válvulas. A baja carga, en motores de encendido por chispa con válvula de mariposa, el solape regula la cantidad de gases de escape que retornan a la cámara de combustión debido al vacío en el colector de admisión. El RCE debe ocurrir suficientemente lejos del PMS para que la presión en el cilindro no suba cerca del final del tiempo escape. Subir el RCE, favorece la obtención de grandes potencia a expensas del par a bajas velocidades y de la calidad de la combustión.

La ventaja del solape de válvulas es que a altas revoluciones, los periodos largos de apertura de válvulas mejoran el rendimiento volumétrico. Se trata de que el área de

entrada o salida del flujo de gas sea grande cuando esto permita que entre o salga gas (según sea admisión o escape).

En la admisión, la válvula se abre entre 10° y 25° antes del PMS (Adelanto a la Apertura de la Admisión AAA). Este punto es poco influyente. Debe estar lo bastante antes del PMS para que la presión no baje demasiado rápido en la admisión. Mientras que el pistón baja en su carrera, baja la presión en el cilindro y entra el gas. Después del PMI permanece abierta entre 40° y 60° (Retraso al Cierre de la Admisión RCA), para que pueda seguir entrando gas. Afecta mucho al rendimiento volumétrico a altas revoluciones. También afecta a bajas revoluciones por el retorno de flujo.

Hoy en día se está trabajando en mover las válvulas con solenoides, en vez de con levas, y regular de esta forma entrada de combustible en el motor. De esta manera se elimina la mariposa y se mejora el rendimiento a cargas parciales en motores de encendido por chispa.

Las válvulas y los colectores de entrada y salida son diferentes., pues la salida está en contacto con los gases de escape (a alta temperatura), mientras que la entrada está en contacto con los gases de admisión (a temperatura mucho más baja).

El diámetro de la cabeza de la válvula depende principalmente del tipo de cámara, del diámetro del cilindro y de la velocidad del pistón. Cuanto más grandes sean los diámetros de las válvulas, más flujo permiten (de igual forma que con cuatro válvulas hay más flujo que con dos).

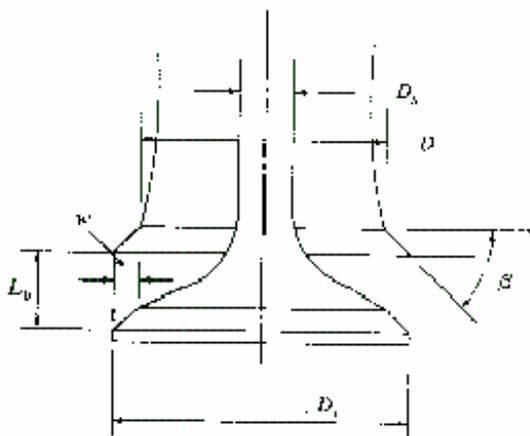


FIGURA 2.2 PARÁMETROS PARA DEFINIR EL ASIENTO DE LA VÁLVULA

No hay un criterio universal para definir los puntos de sincronización (AAA, RCA,...) en el levantamiento de la válvula.

El levantamiento máximo de la válvula es del orden de 12% de diámetro del cilindro.

El área de paso del flujo depende del levantamiento, de la geometría de la cabeza de la válvula, del asiento, y del bástago. Pueden distinguirse tres zonas, según el levantamiento de la válvula, en las que el área de paso es distinta:

Zona 1: es para pequeños levantamientos. El área está definida por un tronco de cono normal al asiento, que está ente el asiento y la válvula.

Zona 2: para levantamientos mayores. El área es todavía la de un tronco de cono, pero ya no es perpendicular al asiento de la válvua. El ángulo de la base del cono va creciendo .

Zona 3: el levantamiento es suficientemente grande como para que el área mínima no esté entre la cabeza de la válvula y el asiento, sino que sea normal al bástago de la válvula.

A continuación se presentan unas figuras en las que se distinguen las áreas, según el levantamiento de la válvula, se especifican los valores del levantamiento para cada zona, y se da una expresión para el área según la zona.

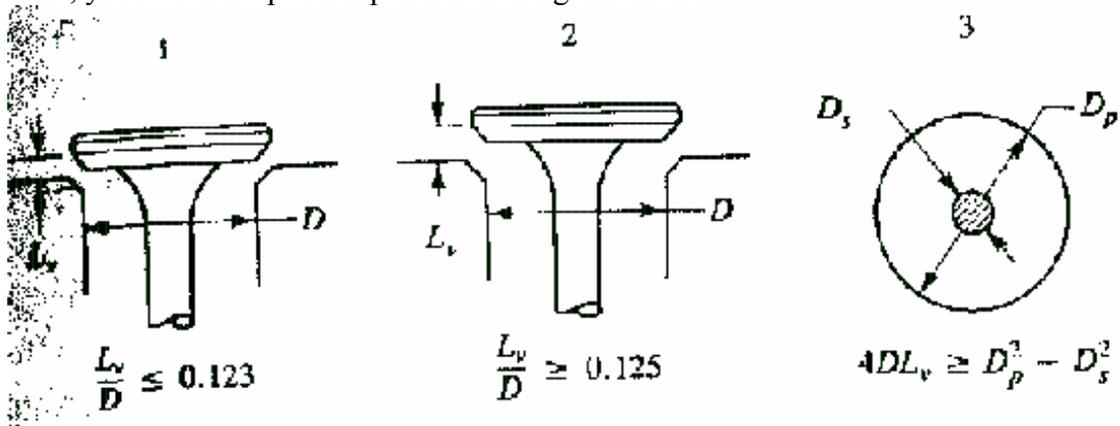
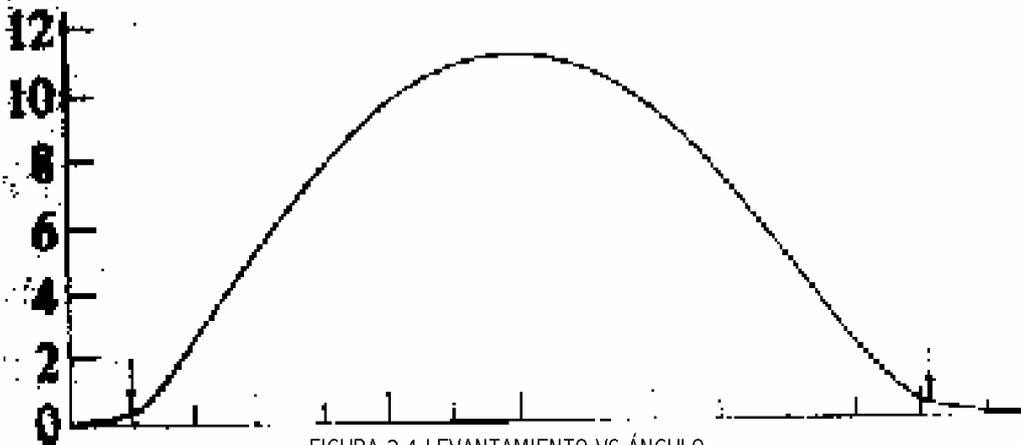


FIGURA 2.3



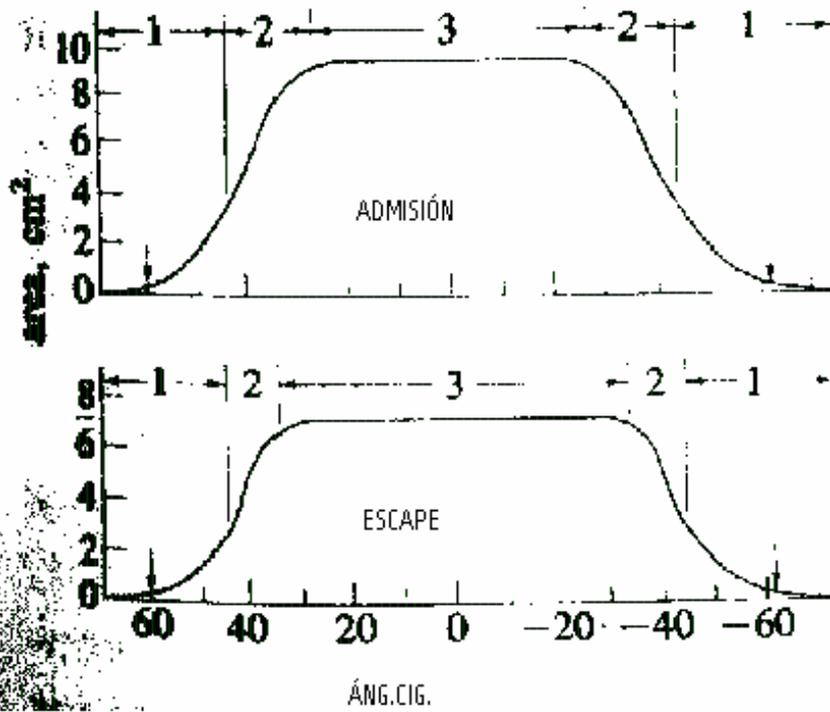


FIGURA 2.5

INTERVALO
$$\frac{w}{\sin \beta \cos \beta} > L_v > 0$$

AREA
$$A_m = \pi L_v \cos \beta \left(D_v - 2w + \frac{L_v}{2} \sin 2\beta \right)$$

FIGURA 2.6

INTERVALO
$$\left[\left(\frac{D_p^2 - D_s^2}{4D_m} \right)^2 - w^2 \right]^{1/2} + w \tan \beta \geq L_v > \frac{w}{\sin \beta \cos \beta}$$

AREA
$$A_m = \pi D_m [(L_v - w \tan \beta)^2 + w^2]^{1/2}$$

FIGURA 2.7

INTERVALO
$$L_v > \left[\left(\frac{D_p^2 - D_s^2}{4D_m} \right)^2 - w^2 \right]^{1/2} + w \tan \beta$$

AREA
$$A_m = \frac{\pi}{4} (D_p^2 - D_s^2)$$

FIGURA 2.8

Para estudiar el efecto de la geometría de la válvula y del movimiento de la válvula podemos estudiar una pseudo velocidad de flujo (lo que varia el volumen en el cilindro con respecto del ángulo del cigüeñal, dividido por el area de paso del flujo):

$$v_{ps} = \frac{1}{A_m} \frac{dV}{d\theta} = \frac{\pi B^2}{4A_m} \frac{ds}{d\theta}$$

La evolución de esta pseudo velocidad es:

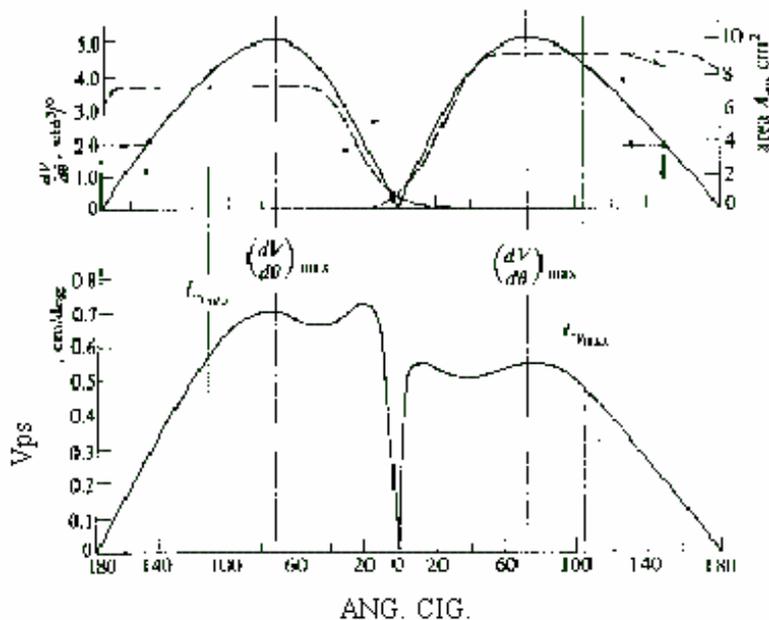


FIGURA 2.9

V es el volumen del cilindro, y θ , el ángulo del cigüeñal.

L_{vmax} es el levantamiento de la válvula en el que es máxima la velocidad del pistón.

Se observa que cada curva tiene dos picos, uno central debido a la máxima velocidad del pistón, y otro debido a que el área de paso del flujo es pequeña, pues el levantamiento de la válvula es pequeña.

El pico al final de la expulsión es importante pues indica una fuerte caída de presión en ese punto, y dará lugar a más masa residual atrapada. La magnitud de este pico depende mucho de cuando se cierre la válvula. Menos importante es el pico al comienzo de la admisión.

Al principio de la expulsión y al final de la admisión, las pseudo velocidades son bajas, lo que explica que el flujo sea cuasi estático. En estos momentos es cuando el *blowdown* (en el escape), el *ram* y el *tunning* (en la admisión) son más importantes.

COEFICIENTES DE ROZAMIENTO:

El programa que se desarrolla en el presente proyecto incluye en su análisis el rozamiento, y el cálculo del trabajo consumido por ciclo. Por este motivo se presentan a continuación unas nociones sobre los coeficientes de rozamiento.

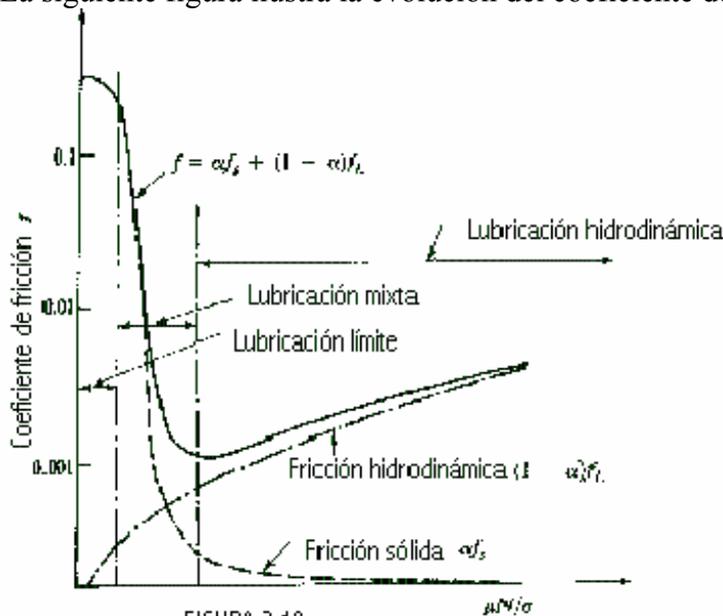
El coeficiente de fricción f , puede escribirse como: $f = \alpha * f_s + (1 - \alpha) * f_l$; siendo f_s el coeficiente de fricción metal-metal, f_l el coeficiente de fricción hidrodinámico, y α , varia entre 0 y 1 (si tiende a 1 se trata de lubricación limite, y si tiende a 0 se trata de lubricación hidrodinámica).

Cuando la lubricación es limite, la película de lubricante entre las piezas se reduce a una o a unas pocas capas de moléculas de lubricante, y no se puede evitar el contacto entre piezas en las asperezas de las superficies.

Cuando la lubricación es hidrodinámica, el espesor es suficientemente grande para que no haya contacto entre las piezas. En la lubricación hidrodinámica la fuerza tangencial que aparece debida a la normal, es menor que en la lubricación limitada.

Entre lubricación limitada, e hidrodinámica existe la lubricación mixta.

La siguiente figura ilustra la evolución del coeficiente de fricción:



En el eje de absisas se representa un parámetro adimensional, $\mu N/\sigma$, donde μ es la viscosidad dinámica del lubricante, N la velocidad del eje, y σ la fuerza por unidad de área.

En la cadena cinemática del sistema de distribución hay grandes fuerzas en todo el rango de revoluciones. A bajas revoluciones son debidas principalmente al muelle, y a altas revoluciones domina la inercia. A mayores cargas y mayor velocidad, hay más fuerzas y más fricción.

Metodos para reducir las perdidas por fricción:

1. Bajar la carga del muelle y reducir la masas.
2. Seguidor con rodillo.
3. Cojinete en el balancín.

La siguiente figura muestra un diseño para producir baja fricción. Produce la máximo reducción en la fricción a bajas vueltas, pudiendo alcanzar reducciones del 50% en la fricción de la cadena cinemática.

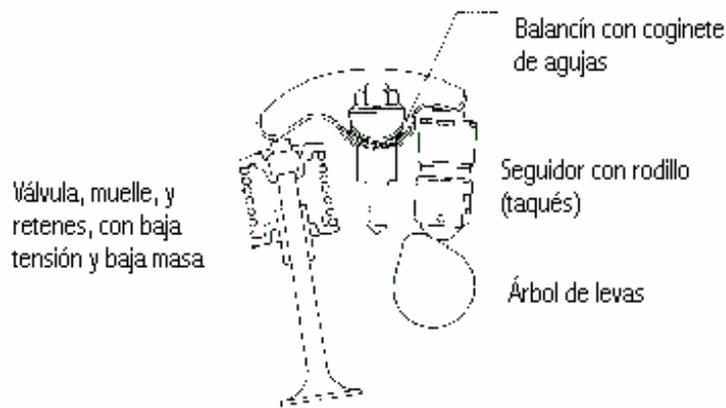


FIGURA 11. MECANISMO CON BAJO ROZAMIENTO