3 UNA PRIMERA APROXIMACIÓN PARA DEFINIR EL LEVANTAMIENTO. EJEMPLOS:

Características del levantamiento de una válvula:
Ni la subida ni la bajada de la válvula pueden ser instantaneas. La evolución de un levantamiento típico es como se muestra en la figura:

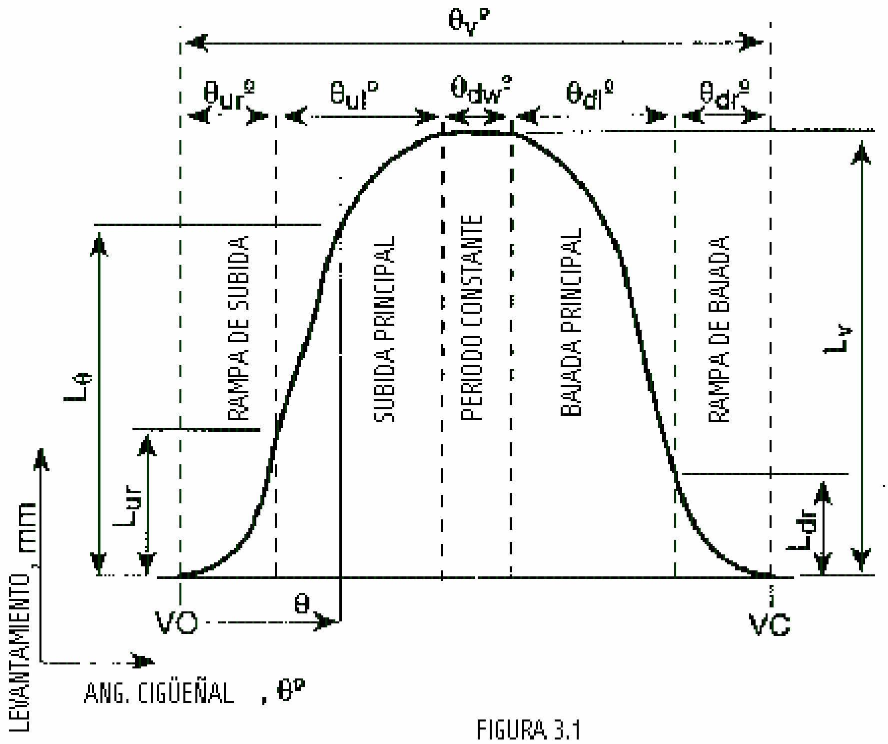

FIGURA 3.1

Pueden distinguirse cinco fases:
1 Rampa de apertura, diseñada para que la válvula se levante de su alojamiento suavemente. Se levanta dese 0 hasta Lur, en θur (ver parámetros en el dibujo). Los ángulos son, en este capítulo, ángulos de giro del cigüeñal, y no de la leva (que gira a la mitad de velocidad).
2 Subida principal. Sube de Lur a Lv en θul.
3 Permanece en Lv durante θdw.
4 Baja principal. Baja de Lv a Ldr durante θdl.
5 Rampa de bajada. Baja de Ldr a 0 en θdr. Como la rampa de subida, también debe ser suave.

Es normal que las rampas de apertura y de cierre sean iguales en duración y tener valores similares para Lur y Ldr. En motores de encendido por chispa, la duración de la rampa es alrededor de 40º , y en la rampa se levanta alrededor de un 20% de Lv. En motores de encendido por compresión, que son más lentos, el levantamiento en la rampa es del 50% de Lv. Un valor común para el periodo de máxima apertura es de 5º, aunque a veces ese periodo no existe (la válvula no se deja parada).

<u>Diseño del levantamiento de una válvula:</u>
Tradicionalmente en el diseño de levas se tiene en cuenta el resto de la cadena cinemática en los cálculos (como es el caso del programa que se desarrolla en este proyecto). Se verá un procedimiento más sencillo.
Se definen los valores específicos como:
$Ls=L\theta/Lv$; $\theta s=\theta/\theta v$;
Si se estudian los movimientos de las válvulas en los motores existentes, en valores específicos, se ve que son muy parecidos.
Si se separa la rampa del periodo del levantamiento principal tenemos:

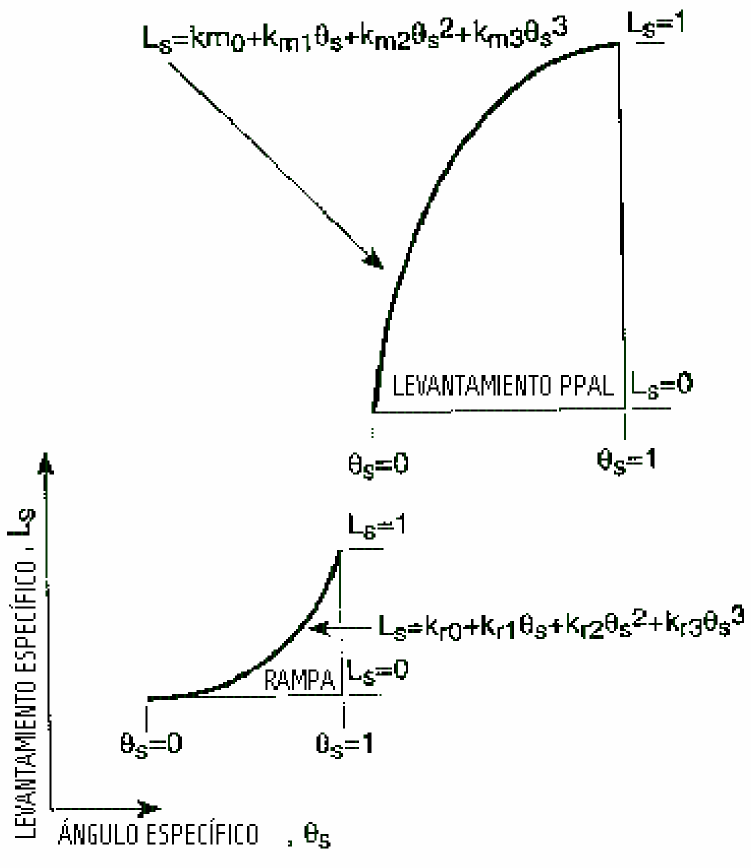

FIGURA 3.2

Vemos que las dos zonas de la subida se han descrito con sendos polinomios de tercer grado, usando valores específicos. Lo mismo puede hacerse para la bajada. Los valores de los coeficientes de los polinomios se determinan experimentalmente a partir de levas de motores ya existentes.

Una vez que VO y VC están definidos (esto se conoce del diagrama de la distribución), entonces:

- θv = VO – VC;

- θdw está entre 0 y 10º;
- θwr y θdr. Los periodos de rampa son iguales y los mismo pasa con los de levantamiento principal. Suele usarse 40º para cada rampa.
- Entonces quedaria para θul y θdl: θul=θdl=(θv-θdw-θur-θdr)/2;
- Lur y Ldr no son menores del 20% de Lv para un motor de encendodo por chispa, ni mayores del 50% de Lv para un motor de encendido por compresión. Es común que sean iguales (simetria). A veces se da asimetria con mayor ratio (ratios: Cur= Lur/Lv; Cdr=Ldr/Lv) para la rampa de bajada que para la rampa de subida en motores de carreras, particularmente en Formula 1.

Una vez tomadas estas decisiones, puede calcularse el levantamiento de la válvula:
- Comienzo: en θ=0, Lθ=0;
- Rampa de subida: en el intervalo 0<θ<=θur; θs= θ/θur; y como con los polinomios descritos conociendo θs conocemos Ls, conocido Ls: Lθ=Cur*Ls*Lv;
- Subida principal: en el intervalo θur<θ<θur+θul; θs=(θ-θur)/θul ; con los polinomios conocemos Ls, y entonces: Lθ=Lur+Ls*(Lv-Lur);
- Parada: en el intervalo θur+θul<θ<= θur+θul+θdw; Lθ=Lv;
- Bajada principal: en el intervaloθur+θul+θdw< θ<= θur+θul+θdw+θdl; θs=(θur+θul+θdw+θdl-θ)/θdl; con los polinomios conocemos Ls; y entonces: Lθ=Ldr+Ls*(Lv-Ldr). Notese que el sentido de avance de θ es el contrario a los casos de subida.En la rampa de bajada también es asi.
- Rampa de bajada: en el intervalo θur+θul+θdw+θdl<θ<θv; θs=(θv-θ)/θdr; con los polinomios conocemos Ls, y entonces Lθ=Cdr*Ls*Lv.
- Cierre: θ=θv; Lθ=0;

En la unión entre las dos partes calculadas con distintos polinomios (rampa, y levantamiento principal), la curva no es suave, y produciría velocidades y aceleraciones inaceptables si la válvula se ajustara perfectamente. Por ese motivo la curva se suaviza, por ejemplo interpolando linealmenteen el punto de disontinuidad (usando para ello dos puntos, uno de la rampa y otro de la subida principal). Esta interpolación cada tres puntos se hace realmente en toda la curva: el valor de Lθ de cada punto se pone como la media del anterior y del siguiente (todos los puntos están igual de separados).

<u>Ejemplos numéricos del cálculo de levantamientos de válvulas:</u>
Valores para combustión por chispa de los coeficientes de los polinomios:
kro=0.011172;
kr1=-0.080336;
kr2=0.4686;
kr3=0.6119;
kmo=-0.007858;
km1=1.7673;
km2=-0.45161;
km3=-0.31158;
ratios: Cur=Cud=0.2. (simetría);

Valores para combustión por compresión de los coeficientes de los polinomios:
kro=-0.00018552;
kr1=0.045892;
kr2=1.9795;

kr3=-1.0256;
kmo=-0.0006083;
km1=1.9236;
km2=-0.84122;
km3=-0.082123;
ratios:Cur=Cud, y están en el intervalo [0.4,0.5]. (simetría)
Los motores Diesel son más lentos que los de gasolina, por eso la válvula puede abrirse más en la rampa (mismos grados de giro de cigüeñal en más tiempo), sin excesivas velocidades o aceleraciones.

Como kro no es =0, ni en diesel ni en encendido por chispa, el levantamiento sería distinto de 0 en θ=0 y en θv. Por eso se declaró que en 0 en θv el levantamiento valía 0. Luego se suaviza la curva con la tecnica descrita (en todo el intervalo). Normalente la técnica de suavizar la curva se aplica diez veces consecutivas.

Ejemplo1: tengamos un motor DI diesel, en el que el levantamiento de la válvula de entrada tiene un AAA=15º y un RCA=35º. El diametro del pistón es 127mm, la carrera 135mm, y Lv 11.1mm. Está girando a 3100 rpm. A continuación se muestra el levantamiento (se ve como la curva continua (metodo descrito) se aproxima a los puntos (experimentales))
.

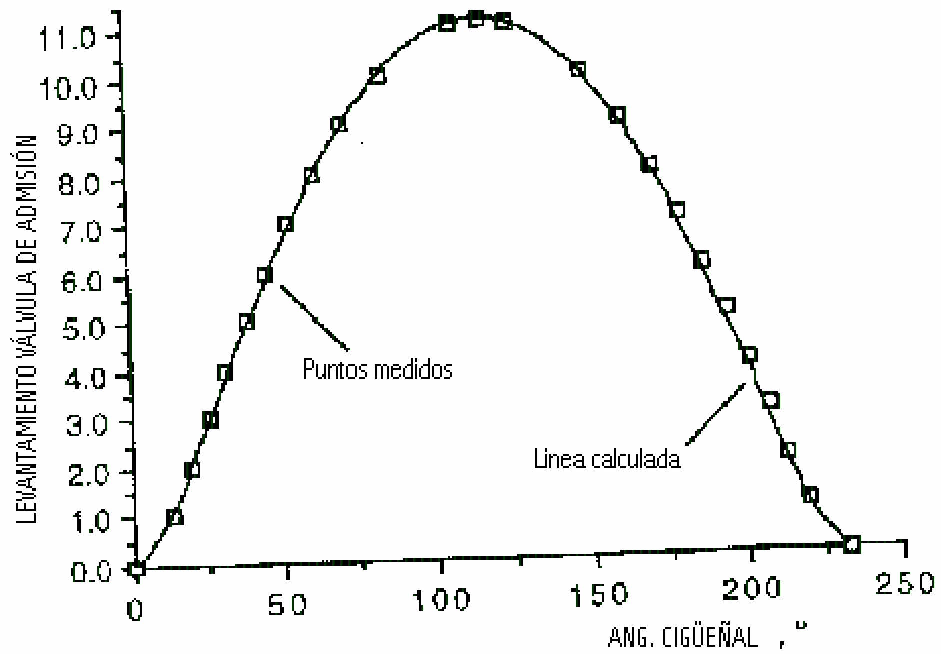

FIGURA 3.3 LEVANTAMIENTO DE UNA VÁLVULA DE ADMISIÓN, MEDIDO Y CALCULADO, PARA UN MOTOR DIESEL

La siguiente figura muestra la velocidad y la aceleración calculadas para el motor anterior:

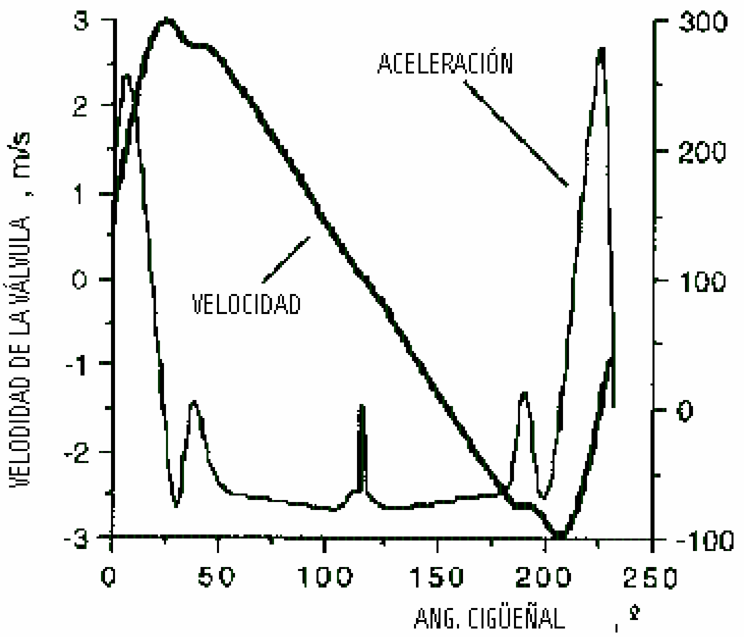

FIGURA 3.4 VELOCIDAD Y ACELERACION DE LA VÁLVULA CALCULADAS PARA UN MOTOR DIESEL

Todavía hay pequeños picos en la aceleración que podrían arreglarse suavizando más la curva, lo que acarrearia cambidos del orden de micras en Lθ, con poca influencia en el area de flujo.

Ejemplo 2: tengamos un motor con un diametro y una carrera de 80 mm a 6000 rpm, dos válvulas y cámara hemiesférica. La teoría de suavizar la curva puede hacer que cambie L en 0.07 mm que en el area de paso suponen una variación de 2.3% , en la zona de unión de los polinomios. En la zona de acoplamiento entre el polinomio y la zona de L=Lv, la técnica de suavizar hace que L varie del orden de 0.03 mm, y el area de paso varia del orden del 0.23%. Aunque al suavizar se afecta poco a L, se afecta más a la velocidad y a la aceleración: reducción de la velocidad máxima del orden de un 17% (con un máximo de 6 m/s), y en aceleraciones puede pasarse de 3500g a 700g.

Asimetría: si por ejemplo se baja el ratio de la rampa de subida de 0.2 a 0.15, aunque en la rampa la velocidad y aceleración son menores, luego son mayores en la subida principal, pues el máximo (Lv) que debe alcanzarse es el mismo. Entonces moviendo el ratio se aumentan velocidad y aceleración en una zona y se reducen en la otra: debe mantenerse un compromiso, un equilibrio.