



Los árboles de levas: mister cerebro

En este tema técnico vamos a hablar del mecanismo posiblemente, más complejo en cuanto al funcionamiento de nuestros motores nos podemos referir. el nos dice cuando entra gasolina, cuando salen gases, cuando debe comprimir la mezcla para ordenar la chispa, ordena el distribuidor y el efecto de la explosión, da vida según motores, a la bomba de aceite, cta revoluciones, bomba de gasolina, etc. pero todo esto es mucho más complejo de lo que parece, y hay multitud de parámetros para que el mismo motor gire de manera que no parezca el mismo motor ni por asomo con un árbol de levas u otro, sea con más bajos, mas altos, mas ruteru, económico, duradero, puntiagudo, etc, etc. ¿vamos a ello?

¿Que hace el árbol de levas?

El trabajo del árbol de levas es abrir y cerrar las válvulas en un tiempo correcto, para entregar a los cilindros la mezcla de aire/gasolina antes de la combustión, y vaciar esta mezcla ya consumida después, para ir repitiendo esta secuencia constantemente. Esto suena fácil, pero este trabajo nos dará el par motor, potencia, el régimen de uso y el término de conducción.

El adl (así abreviamos), convierte una acción rotatoria en la acción reciproca de abrir y cerrar las válvulas. El adl está en perfecta sincronización con el cigüeñal mediante cadena, piñonaje o correa, y siempre gira a mitad de vueltas que el cigüeñal (2 giros del cigüeñal es 1 del adl), para así completar el ciclo de 4 tiempos. Es muy importante que la relación del cigüeñal con el ciclo de abrir y cerrar las válvulas este perfectamente sintonizado (calado del árbol de levas, ya llegara).

Vamos a hacer pequeñas generalizaciones, empezando por el escape. Cuando el pistón esta de camino de su pmi (punto muerto inferior) después de la explosión, la válvula de escape empezara a abrirse antes de llegar a este punto para despresurizar el cilindro para, una vez llegue al pmi, seguir hacia el pms (punto muerto superior) y acabar de expulsar los gases por el escape. En el mismo tiempo, antes de llegar a el pms, la válvula de admisión empezara a abrirse antes de que la válvula de escape este cerrada, para coger efecto de vacío creado por la velocidad de gases de escape, para empezar a aspirar la nueva mezcla de aire/combustible en el cilindro. La válvula de escape cerrara completamente justo después que el pistón empiece su carrera hacia el pmi, continuando el ciclo de admisión. La válvula de admisión permanecerá abierta hasta después del pmi, y empiece su carrera hacia el pms en ciclo de compresión. La válvula de admisión se cerrara después de haber aprovechado el rápido movimiento de los gases, y acabara cerrando el ciclo con las 2 válvulas cerradas para realizar el ciclo de explosión, y se repetirá de nuevo el ciclo.



Los adl nos deberán dar el mejor compromiso entre unos buenos bajos y potencia en altas vueltas. Según la aplicación que deseemos, la altura de la leva, la duración de la apertura de la válvula, el tiempo en que las válvulas están juntas en el periodo apertura/cierre (overlap o mas popularmente dicho, cruce), y ciclo en que sucede esto (casi nada), serán los principales determinantes para elegir el adl que deseemos para nuestro motor.

Principios de operación del árbol de levas y dinámica

Las levas de el adl son las responsables, como he citado, de abrir y cerrar las válvulas mediante taques, sea por varillas y balancines o más directamente si tenemos el adl en culata. La forma de la leva la llamaremos perfil, y sobre este perfil dibujaremos el trabajo que hará la válvula.

La base de la leva (bdc) será la parte donde la elevación será 0, y en donde efectuaremos los ajustes necesarios de reglaje. Durante el tiempo que la leva se encuentra en esta zona, sellando la cámara de admisión o escape por permanecer las válvulas cerradas contra sus asientos, se transferirá calor de la culata por el asiento. La holgura que dejaremos (reglaje), incidirá en la expansión de este calor a las válvulas. Es por eso la vital importancia que tiene que siempre tengamos las válvulas con su reglaje correcto, pues si estuvieran “pisadas” (reglaje menor del recomendado), incidiría en un sobrecalentamiento de culata y válvulas, y su consecuente peligro de rotura, y si estuviera abierto, perdidas de potencia, funcionamiento irregular y rumorosidad mecánica.

La rampa de elevación (opening ramp) será una corta sección de la leva que nos hará la transición de la base de la leva al punto del perfil donde podremos empezar a medir la elevación

La parte de la leva que nos abrirá la válvula será el flanco (opening flank). El inicio del flanco nos producirá el movimiento del taque o balancín mas rápido, generando una rápida abertura de la válvula, pasando a una desaceleración controlada a medida que nos acercamos a la parte más alta de la leva, y así llegaremos a la zona del centro de la leva (dwell) donde tendremos la válvula en su punto más abierto, manteniendo esta válvula en este punto de apertura según el adl seleccionado. Seguiremos el camino de la leva volviendo a crear una aceleración de cerrado de válvula (closing flank), volviendo a una desaceleración (closing ramp) para llegar a la base de la válvula, que es de la que habíamos partido.

La mayoría de levas en motores primitivos o muy tranquilos, tendrán la misma rampa de elevación y bajada de la válvula, siendo las llamadas asimétricas las que tendrán una curva diferente de elevación y bajada de la válvula, logrando que la válvula se abra rápidamente y se cierre despacio, o al revés, rectificando de esta manera deficiencias del rendimiento del motor en admisión o, más popularmente, en el sistema de escape.



La elevación de la leva será la que nos dará la máxima distancia en que el asiento de la válvula se separe de la misma. La elevación teórica estará determinada por la ecuación entre la altura de la leva, y la relación del balancín. En caso de adl en cabeza con acción directa al taquet, la distancia será la altura de la leva

La altura de la leva será:

Altura leva: altura total leva (overall height) – ø base de la leva (bdc)

ej.: 7,87: 32,65 – 24,78

Y entonces la formula de la elevación será:

Elevación: altura de la leva × relación de apertura del balancín

ej.: 12,6: 7,87 × 1,6

En caso de que tengamos un motor clásico de varillas y balancines, el diámetro del taquet nos dictaminara la máxima relación de levantamiento desde el perfil de la leva, ya que no podremos sobrepasar el corte del taquet.

La duración es el tiempo en que permanecerá la válvula abierta, y la mediremos en grados. Este valor dependerá del árbol de levas que seleccionemos. Al aumentar la duración, aumentaremos cv a altas rpm, y a menos duración, reduciremos el rango de potencia en distintos regímenes del motor.

El ángulo de separación entre levas (lobe angle), es el ángulo entre las líneas de los centros de las levas de admisión y escape, y también las mediremos en grados. El tiempo que permanecerán las válvulas abiertas a la vez le llamaremos overlap, y será, como hemos mencionado, el tiempo en que coinciden abiertas la válvula de escape cerrándose y la de admisión abriéndose.

Teniendo más o menos separación de levas, modificaremos la curva de potencia, ralentí estable, presiones a alto régimen, etc.

Para acabar, nos quedara el avance o retraso del adl. Ajustando esto, no nos cambiara ni la duración, levantamiento o overlap, ya que están prefijados en el adl. Esto nos alterara el hecho que nos abra antes o después la válvula de admisión, retasando o adelantando todo el ciclo completo del adl, logrando efectos relativos al par motor y potencia. Retardando el adl (abriendo las válvulas más tarde del ciclo inicial), lograremos más potencia a altas vueltas so pena de perder par en bajos. Avanzando el adl (abriendo las válvulas más pronto del ciclo inicial), tendremos el efecto opuesto, que será tener unos bajos más potentes y contundentes. Estos efectos dependerán mucho del adl que este colocado, y del motor que se trate, pero lo importante es que esto es posible con el adl de serie. Con especificaciones de adl cruzados, recomiendo que este montado bajo las estrictas recomendaciones de calado del fabricante del adl, a no ser que su uso sea estrictamente “race”.



¿Como reconocer un árbol de levas?

En todo manual técnico del vehículo, manual del fabricante del adl, o buscando datos sobre referencias que encontraremos sobre el adl, serán las maneras más sencillas de saber con que adl nos encontramos. p. ej. Si cogemos como referencia el adl de los motores MG/Austin/Rover serie b, tendremos especificaciones de origen 16/56 51/21 y 252° de duración. ¿que queremos decir? pues haciendo el ciclo comentado anteriormente, tendremos que la válvula de admisión comienza a abrir 16° antes de llegar al pms, cerrara 56° después del pmi, abrirá la válvula de escape 51° antes del pmi y cerrara 16° después del pms. Para calcular el cruce que tendrá, que será el tiempo que tendremos las válvulas abiertas al mismo tiempo, sumaremos los grados de inicio de la válvula de admisión y el cierre de la de escape.

$$16/56 \quad 51/21 \quad 16+21= 37^\circ$$

Si este adl tiene 37° de cruce, el tiempo total que tendremos las válvulas abiertas en el ciclo será:

$$16+56+180(\text{mitad de } 360^\circ)= 252^\circ \text{ de duración para admisión}$$
$$51+21+180= 252^\circ \text{ de duración para escape}$$

El cálculo del punto en que tendremos la válvula de admisión más abierta será:

Duración \div 2 – punto de apertura de v. de admisión o punto de cierre de v. de escape

$$252 \div 2 - 16 = 110^\circ \text{ para admisión}$$
$$252 \div 2 - 21 = 105^\circ \text{ para escape}$$

De esta manera, si careciéramos de marcas de distribución, con comparadores y un disco de grados anclado al cigüeñal, podemos calar el adl, pero esto lo veremos a continuación.

¿Como calar un árbol de levas?

El calado del adl es fundamental para el correcto funcionamiento del motor. En especificaciones de serie, normalmente tendremos lo que se llaman “marcas de calado” y serán las que, estando el 1° cilindro según especificaciones del fabricante del motor, en su posición estricta de pms, pondremos la marca de la corona del adl coincidiendo normalmente con muescas en puentes de apoyo en caso de adl en cabeza o alineando con la marca que tendremos en el piñón del cigüeñal en el caso que tengamos adl en el bloque (lateral).



Si careciéramos de marcas, o tuviéramos un adl diferente, lo que podemos hacer es, después de calcular los datos del capítulo anterior, o mirar las especificaciones del fabricante del adl, colocar un comparador sobre la varilla (en caso de distribución lateral) o sobre la válvula (en caso de adl en cabeza), y teniendo el pistón en pms exacto, y un disco graduado sobre el cigüeñal, girar el cigüeñal en sentido del giro del motor y allá donde se nos pare el comparador, será el inicio de la zona centro de la leva, anotaremos la medición del disco, y donde el comparador empiece a descender será el final de la zona centro. Calcularemos la mitad de este periodo, al cual sumaremos lo anotado, y esto nos dará el calado del adl sobre el cigüeñal. Para corregir el calado, y según fabricantes y modelos, existen a disposición en el mercado distintos kits de corona variable, chavetas desfasadas o piñones con distintos chaveteros. Esto no es solo importante, es vital, y no es broma. Cada grado fuera de punto significara pérdidas de 5 a 15 cv según motores, aparte de problemas de carburación, calentamientos, emisiones con alto índice de hc, etc, que nos volverán locos. Por ese motivo, siempre es importante que tengamos la cadena de distribución en perfecto estado, pues esta tiende a estirarse y provoca, grado a grado, perdidas de potencia que nos pueden confundir pensando que el motor “no tira... ¿estará ya en las ultimas?”, y, sobretodo, a la hora de cambiar un adl, o cuando rectificemos el motor, aunque coloquemos el adl de serie ¡¡¡siempre!!! Colocaremos taques nuevos.

¿Como saber que adl queremos?

Bueno, aquí con el clero hemos topado.....mil teorías y discusiones sobre la mesa de tertulia. Aquí voy a hablar de forma más coloquial, y expresar mi gusto y preferencia.

Normalmente, para todo uso y duración de los órganos mecánicos, nuestros queridos coches llevan un adl normalmente de serie suficientemente bueno para que disfrutemos del coche en nuestras carreteras, calles y alguna incursión en rallys de regularidad y circuito. Están estudiados para ofrecer el mejor compromiso entre bajos, medios y altos, consumos moderados, optimo quemado de mezcla en todo giro y buena fiabilidad. Si queremos colocar un adl mas cruzado.... ¿y que será un adl más cruzado?

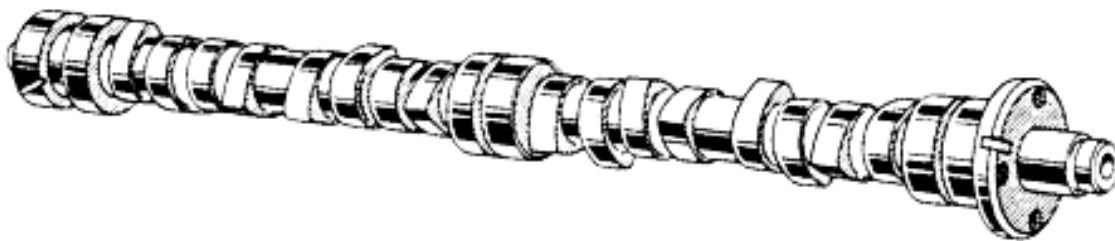
Con un adl con mas cruce conseguiremos más tiempo de overlap y mayor duración de válvulas abiertas .con ello conseguimos más tiempo teniendo las válvulas abiertas y también al mismo tiempo, consiguiendo mas llenado y expulsión de la mezcla de los cilindros, al aumentar el efecto de vacío, con lo que aumentara la velocidad de gases, efecto que conseguiremos a altas vueltas, lo que desencadenara menos potencia a bajas vueltas e ralenti irregular, pero, eso sí, agarraremos unos buenos cv a medio y alto régimen. Los adl se medirán comercialmente en grados de duración con el código del fabricante, o junto con nombres como “road, fast road, sprint o race”. Normalmente los adl de serie tendrán duraciones entre 220° y 260°, y con ellos conseguiremos lo anteriormente explicado. A partir de aquí tendremos adl de 270° y serán los más recomendados si queremos “más alegría” al motor sin más modificaciones, perdiendo

únicamente algo de bajos, y solo deberemos hacer ajustes en carburación y encendido, pues a partir de aquí ya vendrán los adl deportivos, los que van entre 280° y 325°, los cuales significaran modificaciones del motor, pues si no hacemos esto, no aprovecharemos las enormes posibilidades del adl. Por ello, no por colocar un adl más cruzado, tendremos más prestaciones, sino probablemente más dolores de cabeza y menor rango de utilización, salvo el uso sean estrictamente en circuitos, rallies o eventos deportivos.

resumiendo: lo más importante siempre será que el motor este en perfecto estado y el adl perfectamente calado, y en caso de querer “mas” escoger un adl de 270° de duración, el cual nos proporcionara un motor más vivo y su colocación no nos dará más que satisfacciones. A partir de ahí, también recomiendo los 280°-285°, que junto a unas modificaciones de culata (válvulas sobre medida, conductos pulidos), pistones sobre medida y carburación mas rica, tendremos un motor que será “un tiro” a partir de 2000-2500 rpm, y es ideal para coches que no los usemos como coche habitual de todo uso, sino para deportivos “tocadetes”, los cuales disfrutaremos muchísimo mas, y siempre bajaremos de él con una sonrisa de oreja a oreja. luego viene la familia de los 300° o más, los cuales deberemos colocar con máxima sobre medida posible en el bloque, válvulas gordas, conductos súper modificados, mapa de encendido modificado, carburadores “gordos”, etc, etc. esto solo lo recomiendo para coches que se utilicen para rallies, circuitos y eventos deportivos, y cuyos propietarios tengan una “buena carterá”, pues si hacemos todo esto, no solo habremos ganado una buena cantidad de cv, habrá que frenarlos, aguantarlos, etc, etc.....¡¡¡y pagarlos!!!.

¡¡¡happy motoring!!!

Benito moral “benituercas”
benituercas@carsbysymon.com



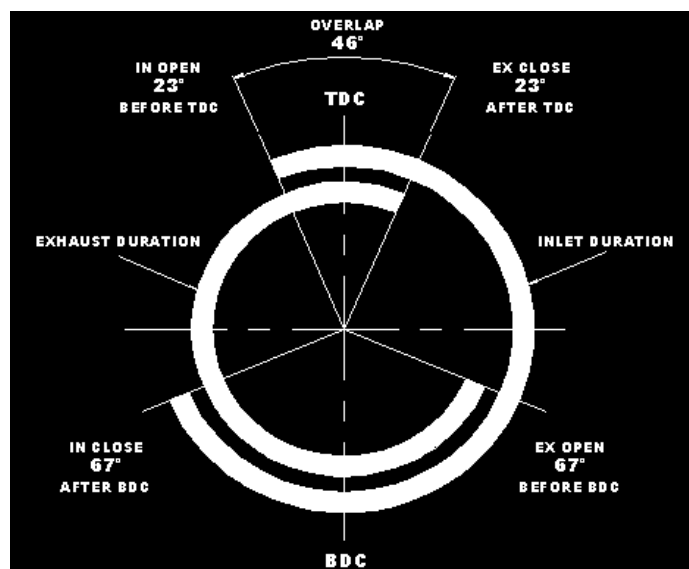
Árbol de Levas



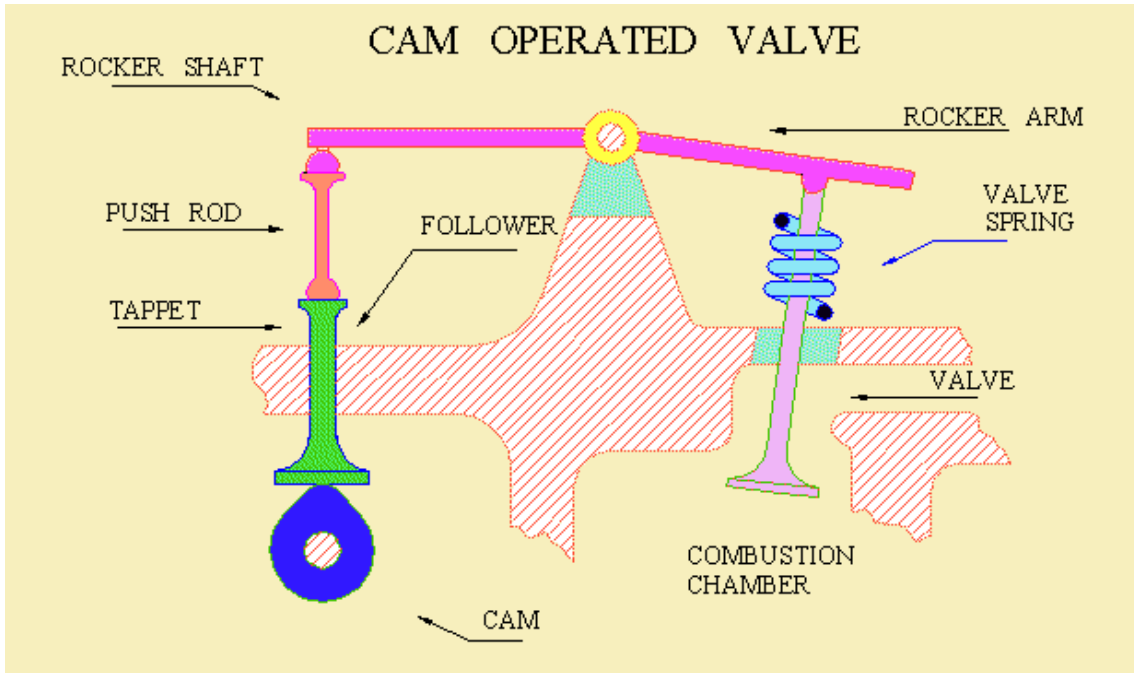
Arbol de levas junto a Taques



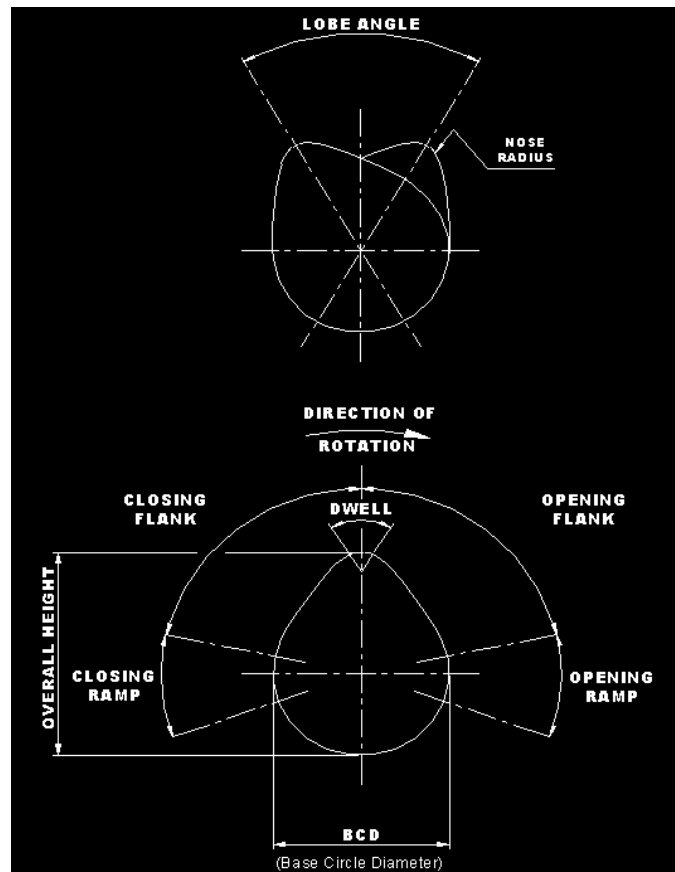
Ejemplo de calado del árbol de levas



Esquema de actuación de las levas en un ciclo completo de 4 tiempos



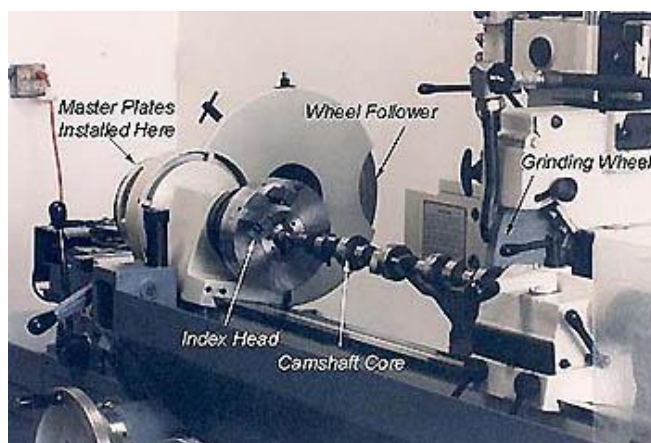
Esquema de actuación típica de la distribución



Esquema de componentes de las levas



Kit calado árbol de levas



Rectificadora de arboles de levas