

La distribuzione

Introduzione al sistema di distribuzione e alla regolazione del gioco punterie per i motori con albero a camme in testa.

Il sistema di distribuzione è quello che consente il dialogo tra la parte interna del motore e quella esterna. Di sistemi di distribuzione ce ne sono diverse varianti ma in ogni caso la struttura di questi sistemi non può non impiegare alcuni organi caratteristici come le valvole, gli alberi a camme e tutto il manovellismo che consente il movimento di apertura e di chiusura delle valvole.



Gli organi che consentono di ottenere questo movimento di apertura/chiusura delle valvole in sincronia con la rotazione del motore, prendono il nome di punterie, bicchierini, e molle. In pratica, il movimento di rotazione dell'albero a camme, ed in modo particolare i suoi eccentrici, permette di vincere la resistenza delle molle di richiamo, consentendo così il movimento alternato delle valvole.

La punteria è l'organo che permette la trasmissione del moto tra eccentrico e valvola. L'utilizzo della punteria è fondamentale per limitare le pressioni specifiche che altrimenti sarebbero troppo elevate a causa della piccola superficie di contatto. Ricordiamo infatti che la pressione è data dal rapporto tra Forza e Superficie:

$$p = \frac{F}{S}$$

p = pressione
F = Forza
S = Sezione

Ciò significa che la pressione generata cresce con il diminuire della superficie, chiaramente a parità di forza esercitata. Proprio per questo motivo gli alberi a camme vengono realizzati in acciaio e ghisa e normalmente subiscono dei trattamenti termochimici per indurirne la superficie. Vengono cementati o carbonitrurati in corrispondenza degli eccentrici al fine di aumentarne la durezza superficiale.



Il movimento della valvola è gestito dal profilo dell'eccentrico che deve prevedere accelerazioni e sollecitazioni nella norma. Nello stesso tempo è però necessario che l'apertura e la chiusura delle valvole siano le più rapide possibili al fine di avere a disposizione, per la maggior parte del tempo, una sezione di passaggio che sia la più ampia possibile. Gli eccentrici possono azionare le valvole in diversi modi. Tra questi ricordiamo le punterie a bicchiere (*adottate dall'albero Alfa Romeo*), i bilancieri a dito e i bilancieri a due bracci.

In particolare le punterie dotate di bicchierino sono molto affidabili ma richiedono un lavoro più oneroso per ristabilire il gioco valvole quando si effettua la revisione del motore. Per il calcolo dello spessore del piattello nuovo da utilizzare si può far riferimento alla seguente:

$$S_p = G_m + S_{pc} - G_t$$

S_p = Spessore piattello
G_m = Gioco misurato
S_{pc} = Spessore piattello consumato
G_t = Gioco teorico

Nel caso dei bilancieri a dito la regolazione del gioco avviene molto più semplicemente alzando o abbassando il fulcro del bilanciante. Per i bilancieri a due bracci la regolazione del gioco si ottiene per mezzo di una vite di registro che si trova in genere tra asta e bilanciante.

Quando la valvola è chiusa la punteria è a contatto con il cerchio di base dell'eccentrico; mano a mano che l'albero a camme ruota e quindi solidale con lui

ruoterà anche l'eccentrico, e nel suo punto più disassato, il naso della camma spingerà sulla punteria provocando l'alzata della valvola.

Il **Cerchio di base** della camma e il **naso** della camma sono raccordati con un profilo dell'eccentrico che prende il nome di **rampa** o di **raccordo**

Le valvole a loro volta sono composte da una testa che prende anche il nome di fungo e da uno stelo, o gambo; lo stelo è quella parte della valvola che scorre nella guida. L'estremità dello stelo viene vincolato ad uno scodellino su cui agisce la molla di richiamo. La testa della valvola viene realizzata con un angolo al vertice pari a 45°. Non sono rari anche angoli compresi tra 25° e 30°, che tra l'altro assicurano una migliore tenuta.



Le valvole di aspirazione generalmente vengono costruite con acciai al nichel cromo o al cromo-silicio e vengono temprate per resistere alle elevate sollecitazioni meccaniche.

Per quelle di scarico, che sono maggiormente sollecitate dal punto di vista termico, si usano acciai austenitici al nichel-cromo ma nel caso di motori spinti si può arrivare ad utilizzare valvole bimetalliche che meglio sopportano il salto termico esistente tra gambo e fungo.

A partire dalla [Giulia](#), nel 1962, i motori Alfa Romeo utilizzano valvole al sodio, ossia con il gambo cavo che contiene al suo interno questo elemento. I sali di sodio hanno la proprietà di passare allo stato liquido intorno ai 100 °C. Questo fatto li rende adatti a dissipare il calore.

L'accoppiamento tra valvole e testata del motore avviene mediante sedi direttamente ricavate nella testa se quest'ultima è fabbricata in ghisa. Diversamente se la **testa è in alluminio** si eseguono dei fori direttamente nella testata all'interno dei quali vengono posizionate le sedi costituite da materiali più duri come, ad esempio, acciai o ghise.

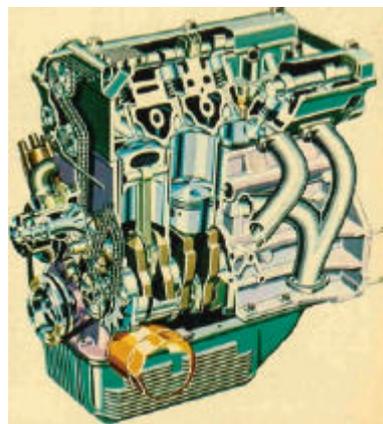
Il posizionamento delle sedi riportate viene fatto a caldo sulla testata. I fori in cui andranno a posizionarsi le sedi (a temperatura normale) saranno quindi dilatate a causa della escursione termica. Una volta inserite le sedi, la testata verrà raffreddata, i fori torneranno nella loro dimensione normale e le sedi resteranno così fissate in modo stabile. E' ovvio che dopo questo trattamento la testata dovrà essere spianata per correggere eventuali deformazioni subito al momento dell'aumento della temperatura.

La disposizione delle valvole all'interno della testata è molto variabile e soprattutto in questi ultimi anni si stanno cercando soluzioni adatte a migliorare il processo di combustione per poter ottemperare alle severe norme antinquinamento e, allo stesso tempo, migliorare le prestazioni.

Nei motori Alfa Romeo le valvole vengono gestite attraverso due alberi a cammes posti sulla testata i cui eccentrici incidono sulle punterie a bicchierini.

In quest'ultimo caso si le valvole vengono mosse direttamente dall'albero a camme per interposizione di opportune punterie a bicchierini.

L'apertura e la chiusura delle valvole non sono immediate e pertanto bisogna prevedere degli anticipi e dei posticipi nelle fasi di chiusura. Questo è il motivo per cui molte volte vedete indicati questi valori in gradi con riferimento alla puleggia dell'albero motore. Dire che la valvola di aspirazione si apre con 20° di anticipo rispetto al PMS (Punto Morto Superiore) significa che quando la puleggia dell'albero motore si trova a 20° di distanza angolare dal PMS la valvola comincia ad aprirsi.



La scelta degli angoli di anticipo e di posticipo in chiusura sono affare complicato e richiedono tanta esperienza e tante prove di laboratorio. Si tenga conto, come informazione aggiuntiva, che le velocità di efflusso dei gas allo

scarico sono sempre superiori a quelle della miscela in ingresso

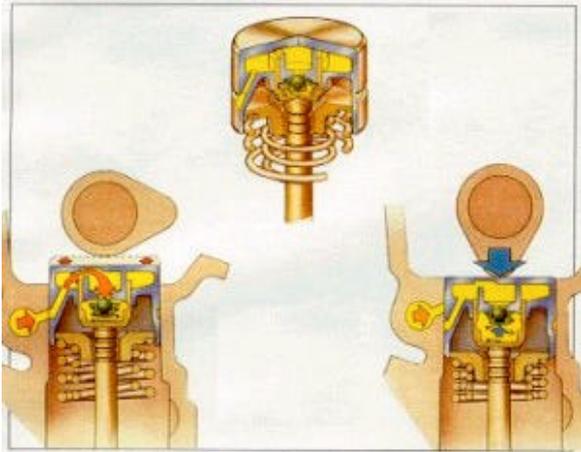
La carica fresca ha infatti una velocità di ingresso che può raggiungere anche i 100 m/s. Tutto ciò significa che la miscela continua ad affluire nel cilindro anche dopo che il pistone ha superato il PMI. I gas di scarico escono invece dalla camera di scoppio con velocità prossime a quella del suono (340 m/s circa).

Le punterie idrauliche

Recupero automatico del gioco delle valvole tramite un circuito idraulico. Non sono più necessarie piattelle di spessore né la verifica periodica del gioco delle valvole.

Come è stato già ribadito nell'articolo precedente, il ruolo della punteria risulta fondamentale per: aumentare la sezione di spinta dell'eccentrico sulla valvola secondo la formula riportata gestire lo spazio libero tra camma e punteria quando la valvola è chiusa ("gioco valvola").

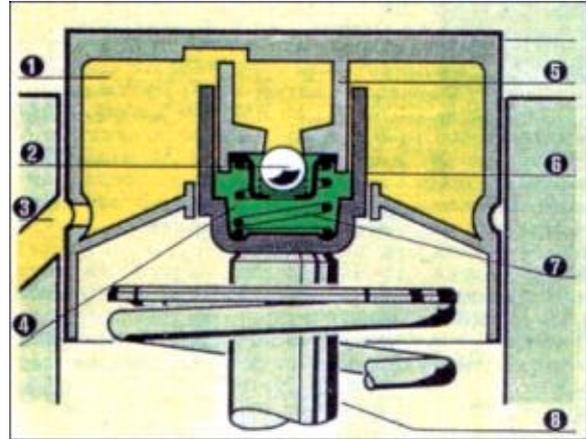
Il gioco valvola è di fondamentale importanza e garantisce che a regime la valvola chiuda completamente onde non creare sfiati. Quando questa tolleranza si riduce arrivando a zero (impossibilità di inserire lo spessimetro tra cerchio di base dell'eccentrico e bicchierino) si parla di serraggio delle valvole, e vanno ripristinati i giusti valori andando a sostituire le piattelle di spessore secondo la formula riportata nell'articolo precedente.



Qualora questa operazione non risulti possibile (non si può trovare un valore di spessore che ripristini i giochi prescritti dalla casa), occorre lavorare sulla testata verificando le tolleranze delle sedi valvole ed eventualmente ripristinandone i valori.

Le punterie idrauliche assolvono da sole al compito di garantire il corretto "gioco valvola" nelle diverse modalità di funzionamento del motore. Nate negli anni Trenta, utilizzano la pressione dell'olio per recuperare in modo automatico il gioco delle valvole durante il funzionamento del motore, migliorando così la silenziosità del motore e eliminando la necessità del controllo periodico del gioco delle valvole.

Apparentemente le punterie idrauliche sono simili a quelle tradizionali, ma la grande differenza sta appunto all'interno del bicchierino che contiene al suo interno un piccolo serbatoio dell'olio (nella figura evidenziato in giallo).



All'interno del bicchierino è alloggiato un pistoncino che è a diretto contatto con lo stelo della valvola (8) e che scorre su un cilindretto solidale con il bicchierino stesso (5). A valvola chiusa, una molla interna al pistoncino (7) spinge quest'ultimo e il bicchierino sia contro la valvola che contro la camma, causando in pratica un allungamento della dimensione della punteria stessa fino a recuperare tutti i giochi esistenti durante la fase di riposo della valvola, cioè - appunto - quando essa è chiusa; ovviamente, la spinta di questa molla è di molto inferiore a quella della molla di richiamo della valvola, la quale non viene disturbata nella sua funzione che è quella di tenere la valvola in posizione di chiusura.

All'interno del pistoncino c'è una piccola camera (cosiddetta "camera di pressione" (4)) che, nel frattempo, si riempie d'olio attraverso una valvolina sferica (2) che si apre durante l'allungamento della punteria (cioè, a valvola chiusa), per effetto della depressione conseguente.

Quando la camma inizia a spingere sulla punteria, la valvolina sferica si chiude impedendo l'afflusso dell'olio che, essendo incompressibile, trasmette la spinta della camma al pistoncino.

A sua volta, il pistoncino, non potendo arretrare (sempre a causa dell'incompressibilità dell'olio), trasmette la spinta alla valvola che così si apre.

Da quanto detto sino ad ora, si può facilmente comprendere come sia fondamentale che la camera di pressione del pistoncino sia sempre piena d'olio. Ebbene, in alcune condizioni ciò

può non avvenire (a causa del fatto che trafileggi d'olio, a motore fermo, possono anche arrivare a svuotare parzialmente le punterie): questa situazione è causa di giochi che si manifestano con una caratteristica rumorosità simile ad un ticchettio, da non confondere però col normale ticchettio degli iniettori. E' proprio per garantire un funzionamento quanto più possibile efficiente delle punterie che si cerca di progettarle in modo che il rapporto tra la riserva d'olio all'interno del bicchierino e il volume della camera di pressione sia il più alto possibile: la punteria sarà così in

condizione di poter lavorare regolarmente anche in situazioni difficili (avviamento a freddo, marcia al minimo col motore molto caldo, ripetuti avviamenti e spegnimenti del motore). A questo scopo, utilissima è l'adozione di valvole di non ritorno nella testata e nei canali di mandata dell'olio e la presenza di fori di spurgo dell'aria che può raccogliersi nel lubrificante e che lo rende parzialmente comprimibile (quindi, inadeguato al suo compito all'interno della punteria).

Gli alberi a cammes

L'albero a camme è il componente che più di ogni altro contribuisce a creare la personalità di un motore. Ecco le nozioni di base e le definizioni che è bene conoscere.



Occorre assolutamente sottolineare in questa sezione come la scelta di un corretto albero a camme sia il frutto di un'analisi congiunta e precisa di tutte le altre caratteristiche del motore. Tanto per rendere più chiaro ciò che voglio dire basti pensare che un rapporto di compressione geometrico troppo basso, o una durata troppo lunga, possono portare ad una perdita di potenza causata da un abbassamento della pressione all'interno del cilindro. Allo stesso modo una durata troppo breve, o un rapporto geometrico di compressione troppo elevato, possono portare a detonazione in virtù delle elevate pressioni che si raggiungono in camera di combustione.

Ad esempio un angolo di incrocio troppo elevato (angolo in cui sono contemporaneamente aperte sia le valvole di aspirazione che di scarico) porterà ad un motore spostato come potenza massima verso un alto numero di giri, ma instabile e vuoto al minimo,

mentre viceversa, un basso incrocio darà un motore con potenze subito disponibili ad un basso numero di giri ma utilizzabile in alto. E' ovvio inoltre che sono le posizioni degli eccentrici sugli alberi a cammes a definire queste caratteristiche e quindi il "carattere" del motore.

E' altrettanto vero che una errata scelta degli alberi a cammes (in caso ad esempio di elaborazione sportiva) potrebbe essere molto dannosa per il motore stesso. Si pensi infatti ad incroci elevati su motori sportivi con pistoni ad alta compressione. Un eccentrico errato, come pure un errato montaggio non perfettamente in fase dell'albero stesso, potrebbe portare la valvola ad urtare con il cielo del pistone al punto morto superiore, bucando così il pistone, e piegando la valvola.

Elaborazione degli alberi a cammes

Nell'ambito della elaborazione si può decidere di montare dei profili "stradali" o dei profili "sportivi". I profili stradali offrono un buon compromesso fra le varie esigenze di utilizzo quotidiane di un motore automobilistico: minimo regolare, buona coppia ad un basso numero di giri, basse emissioni di gas di scarico e un significativo incremento di potenza massima.

Al fine di ottenere un incremento delle prestazioni di un motore, destinato anche ad un normale utilizzo stradale (ovvero per avere un minimo regolare e basse emissioni inquinanti) è importante scegliere profili con una fase di distribuzione non ampia, con un'alzata relativa al punto morto superiore, relativamente contenuta. I profili ad uso corsa offrono un sostanziale incremento di potenza ad elevato numero di giri, garantendo performance tipiche di un veicolo da competizione.

Alcuni dei parametri su cui si interviene per migliorare la prestazione di un motore a scoppio attraverso alberi a camme dal nuovo profilo sono l'aumento dell'alzata delle valvole, l'aumento dei valori di incrocio delle valvole di scarico ed aspirazione e la durata della fase di riempimento del cilindro. Attraverso una corretta progettazione di un profilo dal corretto mix di questi parametri, si ottiene un miglioramento delle performance del motore in relazione al suo utilizzo.