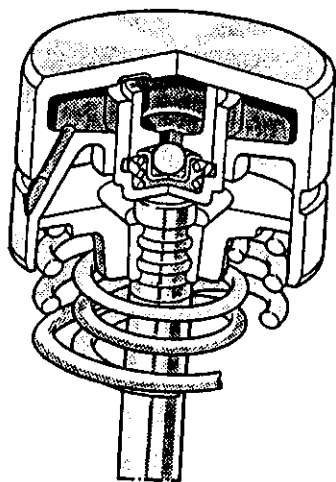


## Punterie idrauliche e fase della distribuzione

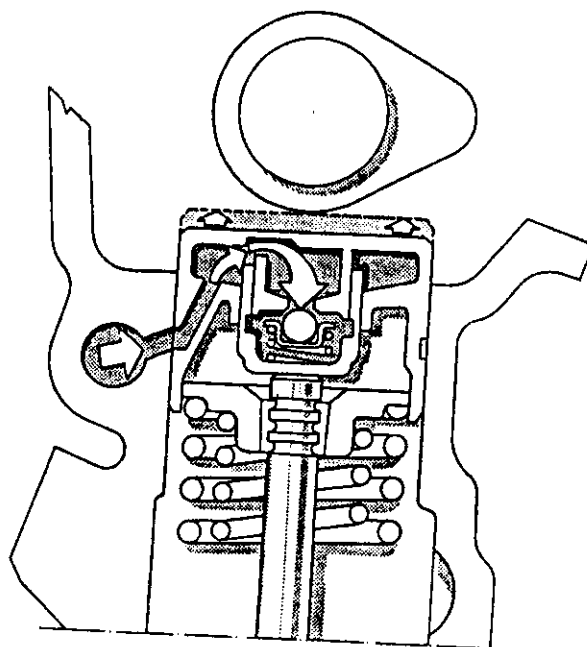
### Le punterie idrauliche

In molti motori, specialmente quelli di più recente produzione, la registrazione del gioco delle valvole è ottenuta automaticamente tramite l'impiego di *punterie idrauliche* che funzionano grazie alla pressione del lubrificante. Esse possono essere del tipo fisso montato sulla testa e costituire il fulcro di un bilanciere <<a dito>>, oppure mobili, montate fra l'albero della distribuzione ed il bilanciere, o in luogo di una punteria a bicchiere, come nel caso del comando diretto.

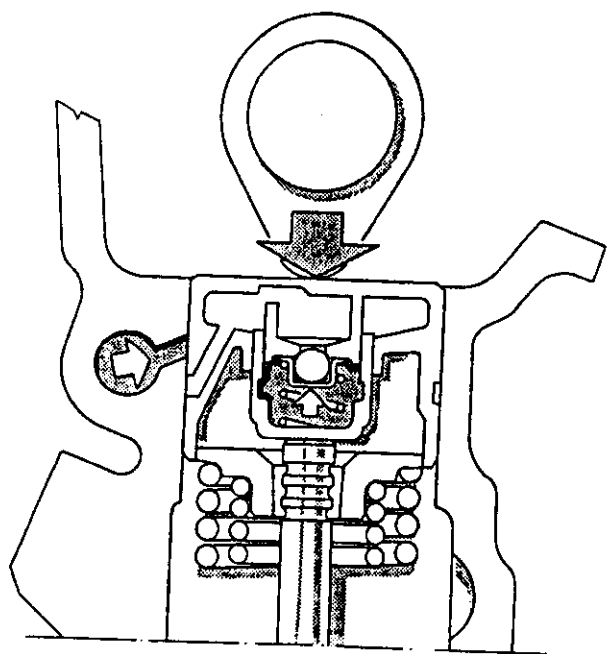
Queste ultime, pur risultando praticamente intercambiabili con una normale punteria a bicchiere (fatta eccezione per le modifiche al circuito di lubrificazione) hanno lo svantaggio, rispetto a quelle fisse, di aumentare le masse dotate di moto alterno della distribuzione. Ciò comporta una penalizzazione nel funzionamento delle molle valvole, agli alti regimi di giri. Il principio di funzionamento delle punterie idrauliche è identico per tutti i casi indicati.



**Fig. 1-La punteria idraulica.** Con questo tipo di punteria viene eliminata una operazione periodica molto importante per la longevità delle valvole ed il buon rendimento del motore.



**Fig. 2-In fase di riposo.** La parte mobile della punteria viene sollevata dalla pressione dell'olio e mantenuta a contatto con l'eccentrico dell'albero a camme.



**Fig.3-La pressione sulla valvola.** Premendo sulla punteria, l'eccentrico, tramite la sfera chiude il passaggio di olio il quale, non essendo comprimibile, consente l'apertura della valvola.

Quando la valvola è chiusa, nella camera racchiusa tra la parte mobile e la parte fissa della punteria esiste la stessa pressione del circuito di lubrificazione con il quale tale camera è comunicante attraverso la valvola a sfera di non ritorno. In queste condizioni la parte mobile è a contatto con il bilanciere o con l'eccentrico, annullando il gioco.

Quando l' eccentrico inizia ad esercitare una certa pressione sulla punteria, la valvola a sfera si chiude e, grazie alle caratteristiche

di incomprimibilità del lubrificante contenuto nella camera, viene impedito lo schiacciamento della punteria, che in pratica diventa un pezzo unico permettendo l'apertura della valvola. Le punterie idrauliche hanno il duplice vantaggio di non essere soggette a manutenzione e di offrire un funzionamento molto silenzioso. In generale, per i motivi già precedentemente accennati, le punterie idrauliche non vengono impiegate nei motori da competizione.

## La fase della distribuzione

Si definisce come *distribuzione* il complesso di organi meccanici che provvedono all'apertura ed alla chiusura delle valvole di aspirazione e di scarico negli istanti stabiliti dal diagramma della distribuzione.

L'organo che provvede a realizzare praticamente il diagramma della distribuzione è l'albero a camme, o asse a camme, o albero della distribuzione. Esso è trascinato dall'albero motore secondo un rapporto 1:2. Come abbiamo già indicato nella dispensa precedente, i motori attualmente in produzione sono in maggioranza con valvole in testa e, più raramente, con valvole laterali.

Nei motori a valvole laterali la struttura della testa risulta estremamente semplificata, poiché tutti gli organi della distribuzione sono contenuti nel basamento, o blocco motore. L'albero a camme, generalmente trascinato da una catena corta, o da una coppia di ingranaggi a dentatura elicoidale, comanda direttamente le valvole tramite una serie di punterie dotate di vite per la registrazione del gioco di funzionamento.

Nei motori con le valvole in testa invece, l'albero della distribuzione può essere, a seconda del tipo di motore, situato nel blocco cilindri (*albero a camme laterale*) oppure nella testa cilindri (*albero a camme in testa*).

Dopo questo breve ripasso sul comando della distribuzione, vediamo di seguito quali soluzioni sono state adottate dalle Case automobilistiche per ottenere il costante sincronismo tra il movimento alterno delle valvole e quello dei pistoni.

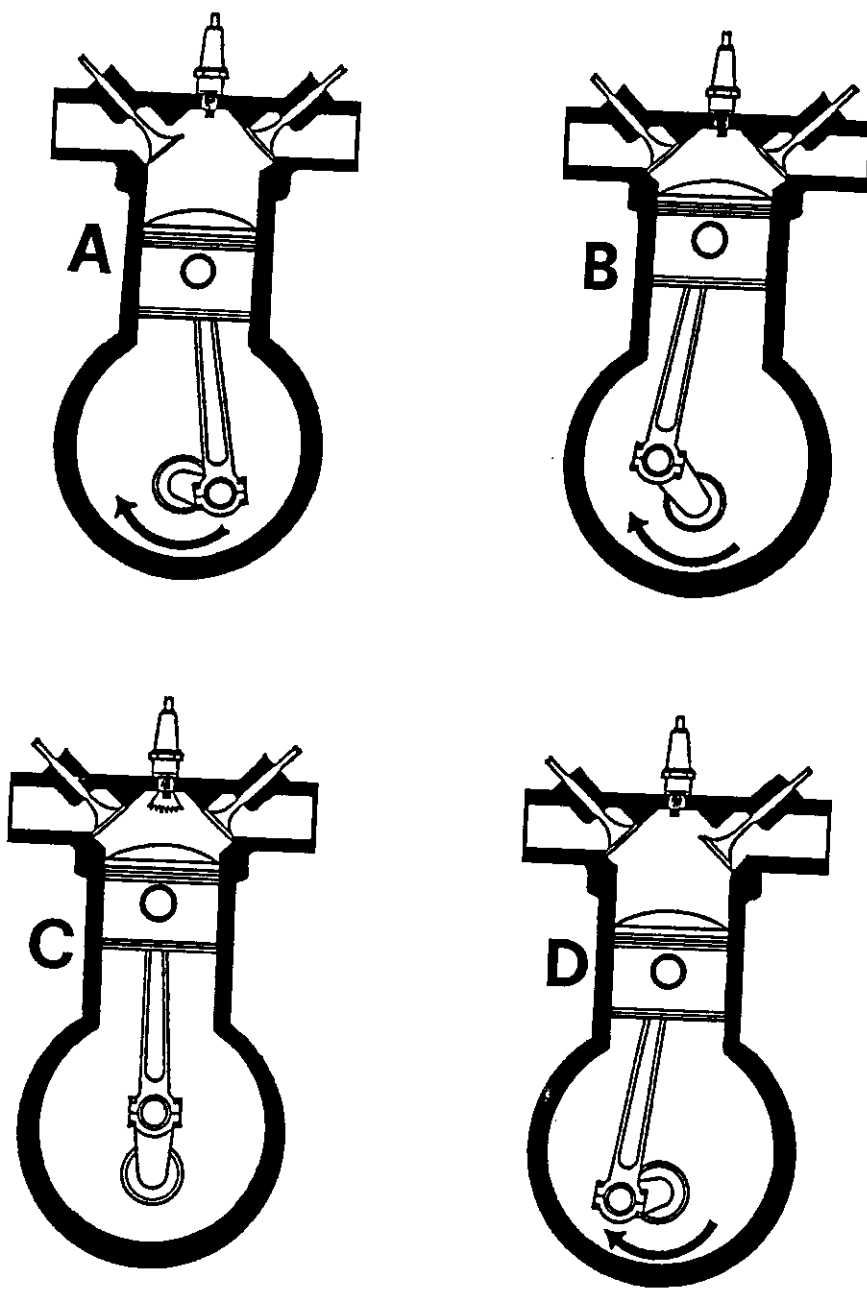
Nel termine tecnico comunemente usato in officina si usa dire che un motore è *fuori fase* quando le valvole di aspirazione e di scarico non si aprono al momento giusto. Con lo stesso termine *fuori fase* si usa anche indicare il mancato sincronismo tra lo scoccare della scintilla alla candela e la posizione angolare del relativo pistone.

Questo argomento verrà trattato più ampiamente nelle dispense che seguono.

Le valvole di aspirazione e di scarico, comandate dall'albero a camme, si aprono e si chiudono in relazione alla posizione angolare della manovella dell'albero motore e del relativo pistone, secondo calcoli precisi ed esperimenti effettuati in fase di progettazione.

Dal sincronismo pistoni-valvole, dall'incrocio valvole di aspirazione-valvole di scarico e dal disegno del profilo degli eccentrici dell'albero a camme, dipendono gran parte delle caratteristiche del motore, del suo rendimento agli alti ed ai bassi regimi e della sua elasticità.

Nei motori con caratteristiche sportive l'apertura delle valvole viene calcolata in modo da ottenere potenze elevate soprattutto agli alti regimi, ma con questo tipo di fasatura l'andatura del minimo risulta molto irregolare. Se viceversa si realizza una fase al fine di ottenere una regolare andatura al minimo di giri, il rendimento del motore, agli alti regimi, ne risente in modo significativo. Per questo motivo le Case costruttrici hanno dovuto adottare fasi di compromesso che consentano buona potenza ai regimi elevati e minimo regolare quando il conducente abbandona il pedale di comando dell'acceleratore.



**Fig.4-Le quattro fasi.** Il ciclo motore si conclude in due giri dell' albero a manovelle, pari a  $720^\circ$ , durante i quali si sviluppano le quattro fasi, di cui tre passive ed una attiva. A) Il pistone si trova a metà della fase di aspirazione; B) Il pistone sta per raggiungere il PMS a fine fase compressione; C) Alla fine della fase di compressione ed esattamente al PMS, le due valvole (scarico ed aspirazione) sono un po' aperte e la scintilla alla candela è già scoccata; D) Quando il pistone si trova al PMI, la valvola di scarico è aperta e quella di aspirazione è chiusa.

Con la costante evoluzione che giorno dopo giorno incalza nel settore della motoristica, il compromesso sopra citato non poteva essere tecnicamente accettato, per questa ragione in molti propulsori vengono adottati alberi della distribuzione a fasatura variabile. In questo modo, l'apertura e la chiusura della valvole avviene nel momento più conveniente, a seconda del numero di giri del motore. Su questo argomento saremo più precisi nel capitolo che segue.

### **I riferimenti della fase**

In un motore a 4 tempi ciclo Otto, indipendentemente dal numero dei cilindri e della cilindrata, il pistone può trovarsi al PMS per due motivi: a) il pistone ha terminato la sua risalita ed è quindi a fine fase di compressione inizio combustione (le valvole di aspirazione e di scarico sono chiuse); b) il pistone ha terminato la fase di scarico e sta per dare inizio a quella di aspirazione (le valvole di scarico e di aspirazione sono leggermente aperte). Infatti, la valvola di aspirazione ha iniziato da poco la fase di apertura, mentre quella di scarico è ormai vicina alla sua chiusura.

Il pistone, inoltre, può trovarsi al PMI per i seguenti motivi : a) il pistone ha terminato la fase di combustione ed è pronto a risalire per iniziare la fase di scarico (la valvola di aspirazione è completamente chiusa e quella di scarico è già leggermente aperta); b) il pistone ha terminato la fase di aspirazione ed è già pronto a risalire per dare inizio alla fase di compressione (la valvola di aspirazione è ancora leggermente aperta e quella di scarico è completamente chiusa).

Questo perfetto sincronismo tra l'apertura e la chiusura delle valvole e la posizione dei relativi pistoni, viene normalmente indicata come <<*fase della distribuzione*>>.

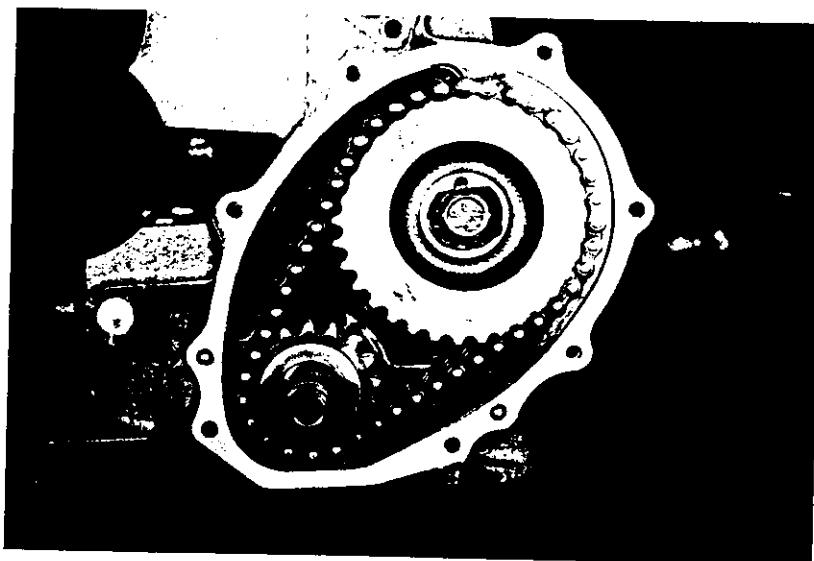
La messa in fase degli organi della distribuzione è una operazione che si rende necessaria in caso di rimozione o di sostituzione della catena, della cinghia dentata, o di qualsiasi altro organo meccanico atto a trasmettere il movimento dall' albero motore all' albero, o agli alberi a camme.

Nei motori con alberi a camme in testa comandati da una o più catene, la verifica della fase della distribuzione in generale si effettua smontando il coperchio o i coperchi delle valvole; in questo modo è possibile accertarsi che i riferimenti impressi sui cappelli

dei supporti coincidano con quelli tracciati sugli alberi a camme.

Nel caso di motori con alberi a camme in testa o con albero a camme laterale comandati da una cinghia dentata, la verifica della fase si può realizzare all'esterno del motore tramite i segni di riferimento che la Casa costruttrice predispone sul blocco motore e sulle ruote dentate.

In sostanza, dovendo rimettere in fase la distribuzione di un qualsiasi motore occorre attenersi ai riferimenti forniti dal costruttore attraverso i quali si ottiene il perfetto sincronismo tra il movimento dei pistoni e quello delle valvole. Se a causa di un errore da parte dell'operatore si avesse una fase diversa da quella indicata dalla Casa, si potrebbe verificare la



**Fig.5-L'albero a camme nel basamento.** Quando l' albero a camme si trova nel blocco cilindri è evidente che si tratta di un motore ad aste e bilancieri o a valvole laterali. Nel caso specifico l' albero a camme è comandato da una catena corta che prende movimento direttamente dall'albero motore. Per la messa in fase della distribuzione è sufficiente posizionare i due riferimenti dei pignoni uno di fronte all' altro. In questo modo il motore è perfettamente in fase. Come si può vedere dall' immagine, la catena è del tipo a doppio rango ed è priva di tendicatena.

piegatuta di una o più valvole anche facendo ruotare l' albero motore soltanto manualmente. Per essere più chiari su questo tipo di intervento riportiamo di seguito le norme per la messa in fase di un motore a 4 cilindri in linea di tipo tradizionale, con albero a camme in testa mosso da una cinghia dentata (supponiamo di dovere montare una nuova cinghia dentata).

- Smontare le candele in modo da eliminare la compressione nei cilindri;

- prima di smontare la cinghia dentata fare ruotare l' albero motore fino a quando il pistone del cilindro n. 1 si trova al PMS in fase di compressione (in molti motori le Case indicano invece del primo, il quarto cilindro, ma la procedura rimane immutata);

- dopo avere posizionato il pistone del primo cilindro al PMS come indicato, verificare che il segno di riferimento riportato sulla ruota dentata dell' albero a camme coincida con quello stampigliato o tracciato sulla testa o sul carter di protezione;

- accertata questa condizione si può procedere all'allentamento del tendicinghia e procedere al suo smontaggio;

- da questo momento né l' albero motore, né l' albero a camme non devono più essere spostati dalla loro posizione;

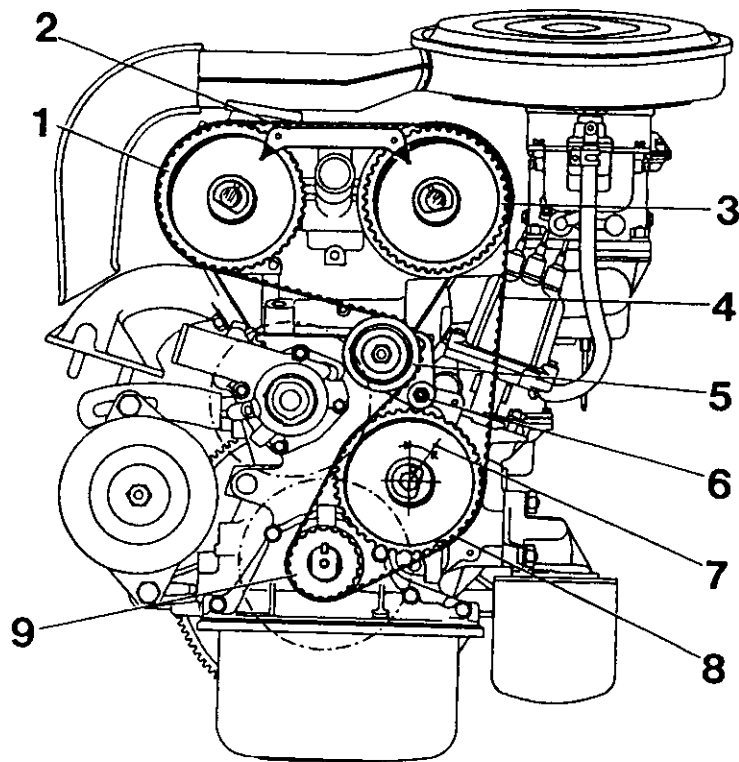
- durante la fase di rimontaggio della cinghia nuova si dovrà fare attenzione a non modificare le posizioni indicate;

- dopo il rimontaggio ed il ritensionamento della cinghia, si facciano compiere alcuni giri, a mano, all' albero motore in modo da ottenerne un buon assestamento, quindi si proceda ad un nuovo ritensionamento della cinghia;

- controllare che i riferimenti della fase della distribuzione coincidano come già detto in precedenza.

Ricordiamo che un errore di fasatura equivalente ad un dente della ruota dentata, generalmente non comporta alcun danno, ma il rendimento del motore è seriamente compromesso. Con un errore superiore a quello citato, vi sono molte probabilità di interferenza tra pistoni e valvole, con tutti i danni che si possono immaginare.

Ma un fatto, sia pure raro, che lascerebbe perplessi, non soltanto i nostri Allievi, ma anche qualche buon autoriparatore, è quello di trovarsi davanti ad un motore smontato senza alcun indice di riferimento, per quanto concerne la messa in fase della distribuzione. Per questa poco augurabile circostanza, teniamo ancora a campione il motore 4 cilindri con albero a camme in testa di tipo tradizionale. Non avendo alcun riferimento occorre essere a



**Fig.6-Norme per la messa in fase.** Per la messa in fase della distribuzione di questo motore bialbero occorre osservare i punti di riferimento che vengono indicati nell' immagine. 1) Ingranaggio dell'albero a camme di scarico-2) Staffa applicabile per la messa in linea dei riferimenti di fase dei due alberi a camme-3) Ingranaggio dell'albero a camme di aspirazione-4) Cinghia dentata-5) Rullo tendicinghia-6) Bloccaggio staffa rullo tendicinghia-7) Riferimento ingranaggio dentato comando albero distributore di accensione e pompa olio; per evitare che la biella del secondo cilindro interferisca con l'albero ausiliario, la ruota dentata deve essere spostata verso destra di  $34^\circ$  rispetto alla verticale-8) Ruota dentata albero organi ausiliari-9) Ruota dentata calettata sull' albero motore.

conoscenza di questi dati : a) diagramma della distribuzione di quel motore; b) valore del gioco delle valvole da applicare a quel tipo di motore durante la messa in fase della distribuzione quindi, a cinghia smontata, agire nel seguente modo :

- posizionare i pistoni dei cilindri 1 e 4 a circa 10 mm sotto il PMS;
- ruotare l' albero a camme in modo che le valvole del cilindro n. 1 siano completamente chiuse e quelle del cilindro n. 4 siano in "bilancio";
- posizionare i pistoni dei cilindri 1 e 4 esattamente al PMS;



- montare la cinghia dentata moderatamente tensionata;
- registrare il gioco delle punterie secondo il valore indicato dalla Casa per la verifica della fase con goniometro;
- applicare al volano un goniometro a 360° facendo in modo che lo 0° coincida approssimativamente con la verticale;
- ricontrollare la posizione di PMS dei pistoni dei cilindri 1 e 4;
- senza muovere l'albero motore, tracciare, con un punto di vernice, sul blocco motore, un riferimento fisso corrispondente a 0° indicato dal goniometro;
- ruotare l'albero motore molto lentamente al fine di evitare la piegatura di qualche valvola, in caso di errore grossolano nella messa in fase approssimativa della distribuzione;
- se l'albero motore ruota senza indurimenti o impuntamenti, procedere al controllo della fase osservando il riferimento 0° del goniometro con quello fisso realizzato con un punto di vernice sul motore;
- ruotare l'albero motore in senso destrorso (visto dalla puleggia anteriore) o sinistrorso (visto dal lato volano), fino a quando l'eccentrico dell'albero a camme della valvola di aspirazione inizia a premere sul bicchierino o sulla valvola stessa (dipende dal tipo di

motore);

- osservare che l'inizio della apertura della valvola avvenga secondo il diagramma imposto dalla Casa;

- in caso di correzione si intervenga facendo saltare uno o più denti alla cinghia o spostando la ruota dentata, seguendo la procedura più idonea, fino a quando l'apertura della valvola non avviene secondo il diagramma prescritto;

In un motore monoalbero in testa è sufficiente accertare il valore dell'anticipo di apertura della valvola di aspirazione del primo cilindro, in quanto tutti gli altri valori saranno, conseguentemente, normali.

Nei motori prodotti per le auto di grande serie, qualche grado in più o in meno sull'anticipo di apertura o sul ritardo di chiusura delle valvole non crea problemi rilevanti, per questa ragione la fasatura della distribuzione si effettua passando da un dente all'altro della ruota dentata senza avere la possibilità di effettuare regolazioni intermedie che a volte potrebbero essere utili per un migliore funzionamento del motore.

Nei motori dove l'esigenza del rispetto della fase è maggiormente sentito (con comando a catena o a cinghia dentata) vengono montate

ruote dentate costruite in modo da consentire spostamenti della fase anche di pochissimi gradi ed ottenere così alla perfezione i valori ottimali sperimentati in fase di progettazione.

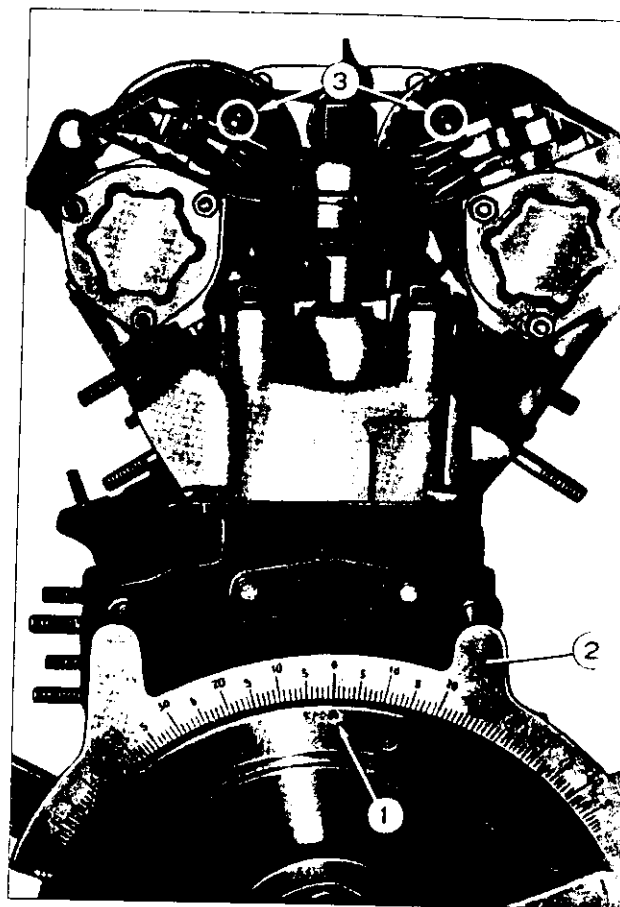
#### NOTA :

Abbiamo voluto porre in rilievo la messa in fase della distribuzione in quanto soltanto così è possibile rendersi conto realmente del funzionamento di questi importanti organi del motore.

Ci rendiamo conto che quasi certamente a nessuno dei nostri Allievi capiterà mai di dovere mettere in fase un motore al di fuori degli schemi tradizionali, ma dalla spiegazione che abbiamo dato è intuibile quale risalto si debba dare a questa delicata operazione.

#### Gli inconvenienti e le cause

Se gli organi della distribuzione non si trovano perfettamente in fase è evidente che è subentrata una anomalia ben precisa da ricercare nelle seguenti cause: a) allentamento della catena o della cinghia dentata a causa del difettoso funzionamento del tendicatena o del tendicinghia; b) errato montaggio della catena o della cinghia in fase di sostituzione.



**Fig.7-La fasatura con settore graduato**  
Anziché montare un disco graduato sul volano ed avere un punto di riferimento fisso sul motore, in questo caso abbiamo un settore graduato fisso sul motore e un riferimento mobile sul volano. La cosa importante è che lo <<zero>> del settore fisso e quello impresso sul volano coincidano con il PMS dei pistoni 1/4, ovvero, che lo <<zero>> del disco graduato (goniometro) e quello fisso sul motore, coincidano con il PMS dei pistoni 1/4. Nell'immagine : 1) Riferimento mobile sul volano-2) Settore graduato fisso sul motore-3) Riferimenti delle sovrasteste coincidenti con quelli delle ruote dentate di comando degli alberi della distribuzione.

## I sintomi

Quando la distribuzione è completamente fuori fase, il motore non si avvia, pertanto è inutile e nocivo insistere nei tentativi di avviamento che recano danno alla batteria, al motore e, dove esiste, al dispositivo catalizzatore. Se viceversa la distribuzione è fuori fase soltanto di pochi gradi, il motore si avvia regolarmente e l'accelerazione, a veicolo fermo, è praticamente normale.

I difetti subentrano dal momento in cui ci si mette in marcia e si manifestano con i seguenti sintomi: a) mancato rendimento completo del motore specialmente quando si tenta di raggiungere un numero di giri elevato; b) surriscaldamento del motore con battito in testa, in fase di ripresa; c) fenomeni di detonazione riscontrabili quando si estrae la chiave dal blocchetto di avviamento.

## I rimedi

Nel corso della manutenzione periodica è conveniente effettuare il controllo della fasatura tramite i riferimenti predisposti dalla Casa. Nei motori con distribuzione a cinghia dentata la verifica della fase si realizza in pochi minuti in quanto tutti i riferimenti si

trovano nella parte esterna del motore.

Nei motori con distribuzione a catena, in generale, è necessario smontare il coperchio (o i coperchi) delle valvole che si trova nella parte superiore della testa. In questo modo si potrà verificare se il segno di riferimento tracciato sull'albero a camme coincide con quello stampigliato sul supporto o sulla testa stessa. La procedura è sempre la medesima che abbiamo già indicato nella parte che interessa la messa in fase della distribuzione.

Anche se è abbastanza raro che un motore vada spontaneamente fuori fase distribuzione, non bisogna mai dimenticare che nella meccanica dell'automobile si possono verificare eventi e misfatti che talvolta hanno dell'incredibile. Chi ha una certa esperienza d' officina potrebbe raccontare situazioni ed aneddoti davvero di grande interesse.