

Il controllo dell'albero motore

Una delle parti più importanti del motore, in un certo senso il suo cuore, è sicuramente l'albero motore, a cui è assegnato il compito, insieme alle bielle, di trasformare il moto alternativo dei pistoni in un moto rotatorio.

L'albero motore è anche una delle parti più complesse ed impegnative sia per le dimensioni che per le caratteristiche di precisione e di equilibratura che deve avere.

Le linee di produzione in serie di questo organo del motore sono imponenti e di costo elevatissimo, richiedendo macchine operatrici, il più delle volte, dedicate.

Non c'è da stupirsi allora che le apparecchiature di controllo inserite in queste linee automatiche, sia per i controlli inter-operazionali che per quelli finali siano di una notevole complessità sia meccanica, che elettronica e di software.

In questa breve rubrica, data la sua brevità, si darà solo una idea sommaria dei tipi di controllo che si eseguono su questa parte importante del motore.

E' quasi inutile dire che esistono innumerevoli tipi di albero motore che si differenziano però sostanzialmente per il numero di pistoni a cui sono collegati, cioè al numero dei perni di biella e di perni di banco e quindi della sua lunghezza.

Si va da alberi motore a due pistoni a quelli delle vetture da competizione che di pistoni ne hanno anche dodici.

Prendiamo in esame, per esempio, l'albero motore rappresentato in figura N°1, per dare qualche definizione e per fissare l'attenzione su quali sono le caratteristiche geometriche principali da controllare.

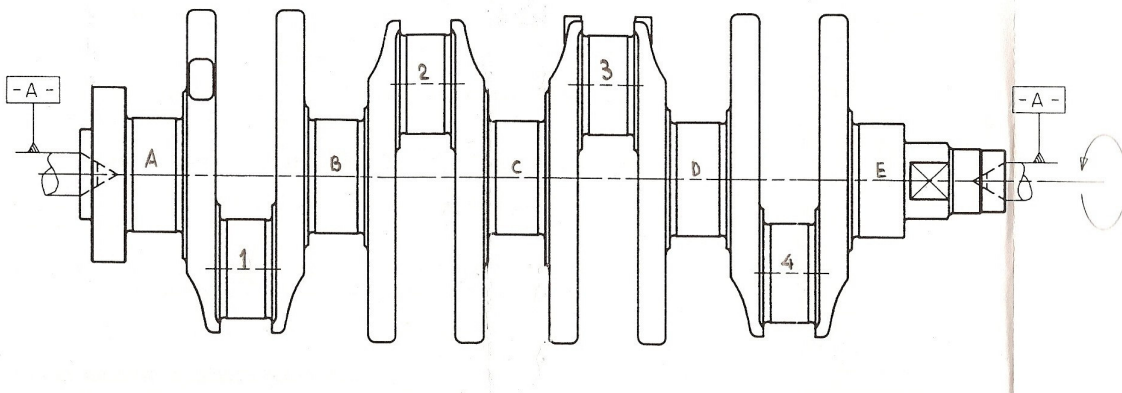


Fig. N°1-

Si tratta di un albero per un motore a quattro cilindri ed infatti ha quattro perni di biella (1-2-3-4) e, in questo caso specifico cinque perni di banco (A-B-C-D-E).

I perni di biella evidentemente vengono accoppiati all'occhio grande delle bielle e quindi dovranno essere particolarmente curati nel diametro, nella circolarità, nella cilindricità e nella rugosità.

Per il diametro dei perni di biella si prevede normalmente una suddivisione in classi, come del resto si fa con le bielle, per ridurre al minimo il gioco di accoppiamento.

Inoltre, poiché l'albero motore è un organo fortemente sollecitato e da cui dipende anche la sicurezza dell'intero veicolo, dovranno essere controllati anche elementi strutturali, quali la durezza e la eventuale presenza di cricche (fessurazioni) e, in certi punti, la rugosità).

La gamma delle misure geometriche non si esaurisce con il controllo dei diametri dei perni di biella e di banco, ma deve essere completata dai diametri delle estremità e dalla misura della distanza delle varie facciate rispetto al rasamento di riferimento (ralla), ecc.

Infine bisognerebbe controllare la posizione angolare dei perni di biella.

Si può ben capire da questi brevi cenni che le apparecchiature destinate ad un controllo accurato dell'albero motore devono essere molto complesse in primo luogo perché

richiedono un grande numero di sonde e poi perché è necessaria una certa elaborazione dei dati raccolti.

E' evidente che non sempre sono necessari dei controlli completi; a volte ci si accontenta del rilievo del solo diametro o al massimo della conicità di un certo tratto.

Per esempio se la produzione è molto limitata, oppure non si intende effettuare un rilevante investimento per il controllo degli alberi, si può optare per una soluzione estremamente semplificata, quale può essere il controllo dei soli diametri con delle semplici forchette, azionate manualmente e visualizzare i valori su una colonna elettronica, come per esempio del tipo SP700 (Metrel), come indicato in figura N°2.

Nello schema di figura N°3 è indicato il solo controllo del diametro del perno di biella (o del perno di banco), mentre nella figura N°4 è rappresentata una forcina elettronica standard, sempre della Metrel, per il controllo manuale dei diametri.

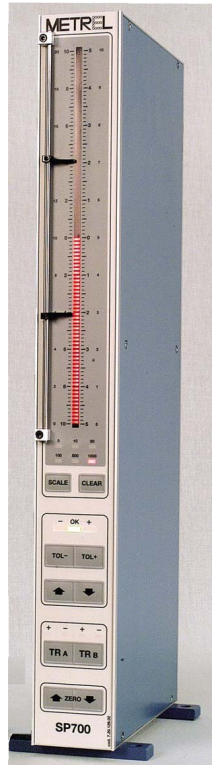


Fig. N°2- *Colonna elettronica SP700 Metrel*

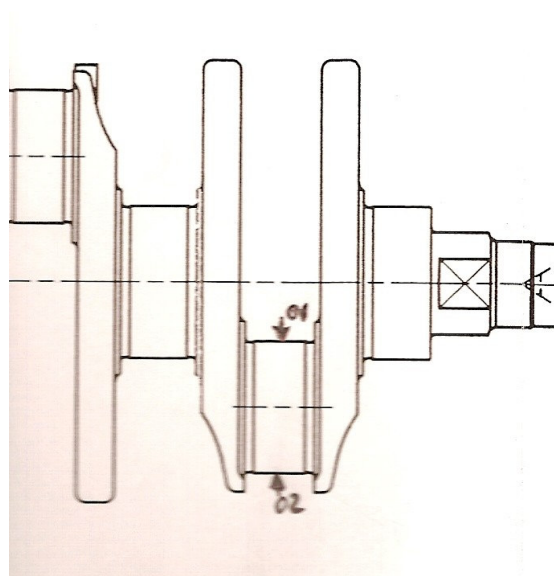


Fig. N°3- *Schema di controllo diametro perni di biella con forcina elettronica*



Fig.N°4- Forcella elettronica per il controllo dei diametri

Nelle linee automatiche però le cose sono alquanto più complicate.

Se prendiamo come esempio un albero motore per automobile, è necessario compiere una serie di misure in modo da rendere assolutamente affidabile il pezzo che esce dalla linea.

Non solo, normalmente i pezzi vengono suddivisi in classi secondo i diametri rilevati sui perni di biella, su quelli di banco e sulla quota "ralla", che dovrà stabilire la posizione assiale dell'albero in fase di montaggio.

Il problema è come individuare automaticamente la classe di appartenenza di ogni singolo albero, in modo che venga convogliato nella stazione di montaggio quando è richiesto un pezzo di quella determinata classe.

Le linee di montaggio per grandi serie, sono oggi automatiche e quindi la scelta dell'albero e delle rispettive "ralle" deve avvenire in modo automatico.

Le misure effettuate quindi (e la classe di appartenenza), oltre ad essere riportate sul monitor e stampate, vengono registrate dall'apparecchiatura di controllo su una memoria posizionata sul pallet di trasporto dell'albero in modo da consentire ai lettori magnetici posti lungo la linea di individuare automaticamente il tipo di albero in transito.

Su un pezzo di lunghezza rilevante, non è trascurabile l'effetto della dilatazione termica, ed è per questo motivo che nelle stazioni di controllo, come quelle costruite dalla Metrel (Cornate d'Adda – Mi), sono presenti tre teste di misura termica: una fissa, che legge la temperatura dei pezzi campione (master di azzeramento) e due mobili (in zona punta e contropunta) che rilevano, in posizioni prestabilite, la temperatura del pezzo in esame.

I rilievi termici introducono quindi le opportune correzioni alle misure effettuate.

Nella figura N°5 è indicato lo schema di controllo di un albero motore in cui si misurano: cinque perni di banco, quattro perni di biella e la quota sede ralla.

Si fa riferimento ad un apparecchio costruito dalla già citata Metrel per una grande industria automobilistica e collocata su una linea automatica.

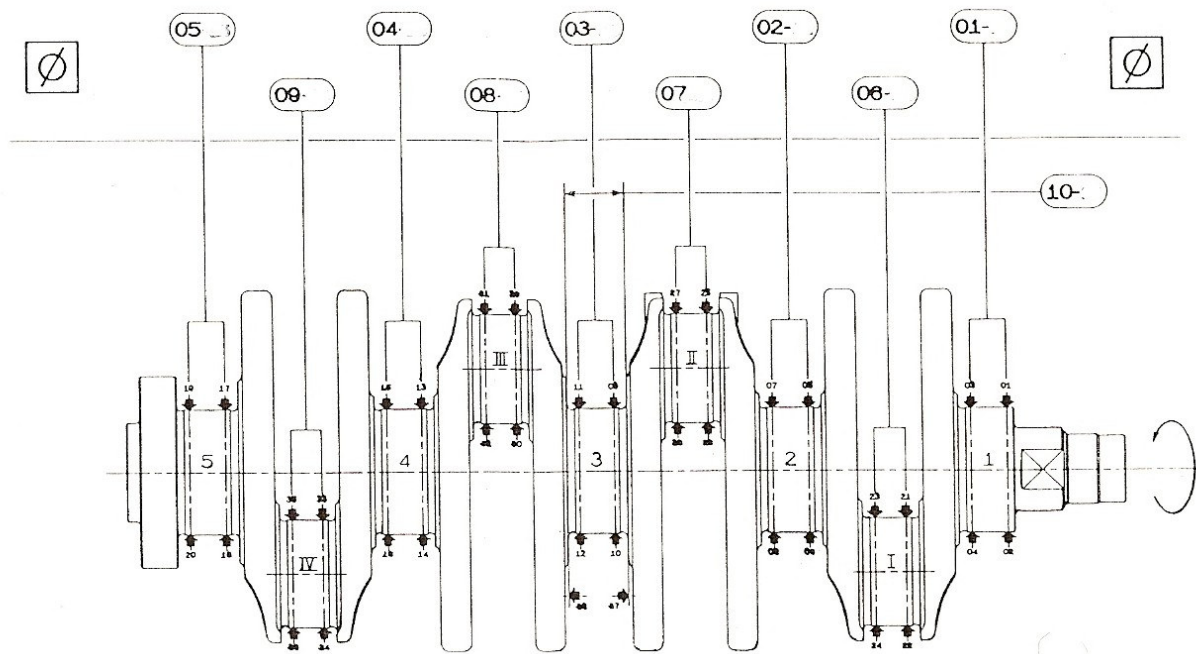


Fig. N°5-

Come si può osservare, su ogni perno sono collocati quattro trasduttori che rilevano il diametro e la cilindricità della parte in esame.

Dimensioni:

- *Diametro perni di banco* = 47,982 ÷ 48,000 mm (Tolleranza $\pm 9\mu$)
- *Diametro perni di biella* = 41,990 ÷ 42,008 mm (Tolleranza $\pm 9\mu$)
- *Quota larghezza ralla* = 24,229 ÷ 24,279 mm (Tolleranza $\pm 25\mu$)

Suddivisione in classi: 3 classi per perni di banco, 2 classi per perni di biella e 2 classi per quota ralla., secondo la seguente partizione delle quote.

Classe	Diam. perni di banco	Diam. perni di biella	Quota ralla
A	48,000	42,008	24,279
	47,994	41,999	24,254
B	47,993	41,998	24,253
	47,987	41,990	24,229
C	47,986	==	==
	47,982	==	==

Caratteristiche del rilievo:

- *Velocità di rotazione pezzo* = 14 giri/min
- *Rilievi su un giro* = N°60
- *Un rilievo ogni 6°* (2,5 mm lineari)

Si è parlato finora di un certo tipo di controllo, ma è evidente che questo non è certo l'unico che è previsto su un albero motore standard.

Ci sono molte altre quote da controllare e durante il ciclo di fabbricazione si possono anche prevedere controlli intermedi.

Ad ogni modo, in riferimento all'esempio di cui si è parlato, l'apparecchio di controllo eseguirà un primo ciclo di azzeramento su un Master (pezzo campione). Questa sequenza prevede anche un ciclo di pulizia delle testine di misurazione, introducendo nella stazione un apposito attrezzo.

Se necessario si può verificare il corretto funzionamento della macchina eseguendo più volte la sequenza; si tratta in pratica di verificare la ripetibilità della condizione di misura del Master.

La cadenza di questo ciclo di pulizia e di azzeramento delle sonde può essere programmata in modo che intervenga automaticamente dopo un certo numero di pezzi controllati.

Ovviamente l'apparecchiatura elettronica destinata a raccogliere ed ad elaborare i dati sarà del tipo più complesso e sarà in grado di fornire ogni tipo di informazioni, anche statistica, sui dati rilevati nel corso di un determinato periodo di funzionamento della linea.

Un altro controllo molto importante riguarda l'equilibratura dinamica dell'albero.

Sono previste apposite stazioni che verificano lo stato di equilibrio dinamico e provvedono automaticamente all'asportazione di materiale, normalmente con l'esecuzione di fori, là dove risulta in eccesso.

In alcune linee inoltre vengono predisposte stazioni che controllano il pezzo dal punto di vista strutturale. Una di queste è quella per il controllo della durezza in corrispondenza dei perni di biella e di banco e l'altra è quella per il controllo delle cricche.

Attraverso l'analisi di un campo magnetico che investe l'albero e delle relative correnti indotte nel suo interno, è possibile mettere in evidenza la presenza di fessurazioni che renderebbero il pezzo di scarto.

Come si è detto, infatti, l'albero motore è un elemento critico della vettura, che coinvolge anche aspetti di sicurezza del passeggero ed è quindi corretto prendere tutte le precauzioni possibili.

