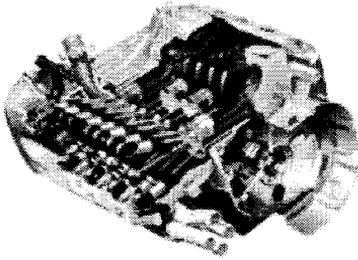


## Il bilanciamento



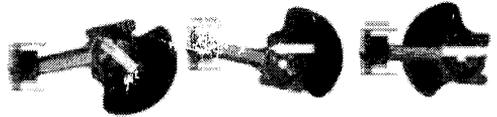
Il motore è costituito di parti diverse in movimento: alcune si muovono con moto lineare, altre con moto rotatorio. Questo comporta tutta una serie di azioni e reazioni che, nei punti di appoggio, se non vengono bilanciate, provocano fortissime vibrazioni. Ottenere un motore completamente privo di vibrazioni è in realtà complicatissimo. In teoria, sarebbe necessario dedicare a questo problema le soluzioni più sofisticate e costose, ma in questo modo il prezzo del motore salirebbe alle stelle e non ci si dedicherebbe alla ricerca delle altre caratteristiche che un motore deve avere. Ecco perché, nella realtà, si cerca di ridurre il problema delle vibrazioni fino a un livello accettabile, senza cercare la perfezione ideale. Le vibrazioni prodotte da un motore non bilanciato sono un fenomeno dannoso per il propulsore stesso, che ne risente in tutte le sue parti. Nella realtà vi sono motori che, per non trasmettere le vibrazioni, vengono ancorati in

modo elastico al telaio e altri dove il problema del bilanciamento viene affrontato direttamente sul motore. In entrambi i casi, il bilanciamento va ricercato per evitare l'autodistruzione del mezzo stesso, sotto l'effetto di vibrazioni.

## Vibrazioni

Le maggiori sollecitazioni derivano dalle vibrazioni delle masse in movimento, che sono gli elementi di maggior peso. Le altre parti in movimento, quali potrebbero essere gli alberi, le valvole con le relative molle, e i fluidi che circolano all'interno del motore, hanno tutte un'influenza molto minore. Lo sbilanciamento viene creato dalle forze e dai momenti che cambiano di direzione e di intensità durante il funzionamento del motore, soprattutto per

effetto del pistone, della biella e del collo d'oca, nonché delle parti meccaniche ad esso collegate, come i bulloni, gli anelli di arresto e i cuscinetti. La forza di inerzia delle masse in movimento alternato è causata dalla spinta che si esercita sugli appoggi del banco nel momento in cui il pistone e la biella vengono frenati in prossimità dei punti morti: ciò comporta un'oscillazione verticale di tutto il carter. Anche le forze centrifughe sono di notevole intensità e sono originate dalla rotazione del collo d'oca, che tende a spostare l'appoggio verso l'esterno. Inoltre, poiché non tutte le masse giacciono sullo stesso piano, si producono ulteriori coppie, di entità variabile. Normalmente le forze di inerzia centrifuga si eliminano mettendo dei contrappesi sul collo d'oca in posizione opposta alle manovelle che si devono bilanciare.



## Ancoraggio elastico

Questo sistema serve semplicemente per isolare il motore dal telaio, in modo che le vibrazioni non si trasmettano a quest'ultimo. A tale scopo, nei punti di ancoraggio fra motore e telaio si intercalano dei blocchi di gomma elastica denominati "silent block", che permettono una certa oscillazione del propulsore rispetto al telaio. Questo sistema viene applicato soprattutto ai motori monocilindrici e nei due cilindri in linea, ma anche a quelli a V con angolo inferiore a  $90^\circ$ . Il sistema ha due difetti: non diminuisce in alcun modo le vibrazioni, e sollecita comunque la rigidità del motore.

## Sfasamento delle manovelle

Rappresenta una soluzione parziale per motori con cilindri a V stretta, e consiste nel realizzare due manovelle differenti. L'angolo di sfasamento dovrà essere tale che, sommando il valore dell'angolo fra i due cilindri con la metà del valore dell'angolo di sfasamento delle manovelle, si ottenga il risultato di  $90^\circ$ .

Per i motori a 2 cilindri in linea, con le manovelle sfalsate di  $360^\circ$ , il problema meccanico è identico a quello dei monocilindrici. Se le manovelle sono invece sfalsate di  $180^\circ$ , risultano bilanciate le forze di primo ordine. Per le forze di secondo ordine si renderebbe invece necessaria una coppia di alberi di bilanciamento come per i monocilindrici.

### **MONOCILINDRICI**

Sono i motori più difficili da equilibrare, poiché l'azione del cilindro non può essere bilanciata da quella di un altro cilindro. La soluzione ideale sarebbe quella di installarvi quattro alberi di bilanciamento, cioè due per le forze di inerzia e altri due per le forze di secondo ordine, le quali dipendono dal valore doppio dell'angolo istantaneamente occupato dalla manovella.



### **BICILINDRICI**

Per i motori a 2 cilindri in linea, con le manovelle sfalsate di  $360^\circ$ , il problema meccanico è identico a quello dei monocilindrici. Se le manovelle sono invece sfalsate di  $180^\circ$ , risultano bilanciate le forze di primo ordine. Per le forze di secondo ordine si renderebbe invece necessaria una coppia di alberi di bilanciamento come per i monocilindrici.

### **TRICILINDRICI**

Di solito si applica la configurazione dei tre cilindri in linea con manovelle sfalsate di  $120^\circ$ : ciò assicura il bilanciamento fino alle forze di quarto ordine, ma non compensa il momento cui è sottoposto il collo d'oca a causa delle forze di primo ordine.

### **QUADRICILINDRICI**

Con i 4 cilindri in linea e le manovelle sfalsate di  $180^\circ$ , questi motori non hanno il bilanciamento delle forze di inerzia di secondo ordine. Esse vengono equilibrate con due alberi di bilanciamento come avviene nei motori monocilindrici. I motori con 4 cilindri a V e due sole manovelle si comportano invece come i motori analoghi a 2 cilindri.

