



ABSTRACT

Il fenomeno delle vibrazioni meccaniche investe un gran numero di problemi tecnici che si manifestano in campo industriale: si pensi all'isolamento di gruppi di macchine che, per effetto del loro funzionamento ovvero di impianti adiacenti, potrebbero oscillare in maniera non compatibile con la resistenza dei materiali; in particolare, nell'ambito della dinamica del veicolo risulta di rilevante interesse tecnico il comportamento dinamico degli alberi a gomiti dei propulsori, i quali, per effetto dell'evoluzione di un fluido all'interno dei cilindri, risultano soggetti ad oscillazioni flessionali e torsionali che potrebbero essere non compatibili con un corretto funzionamento.

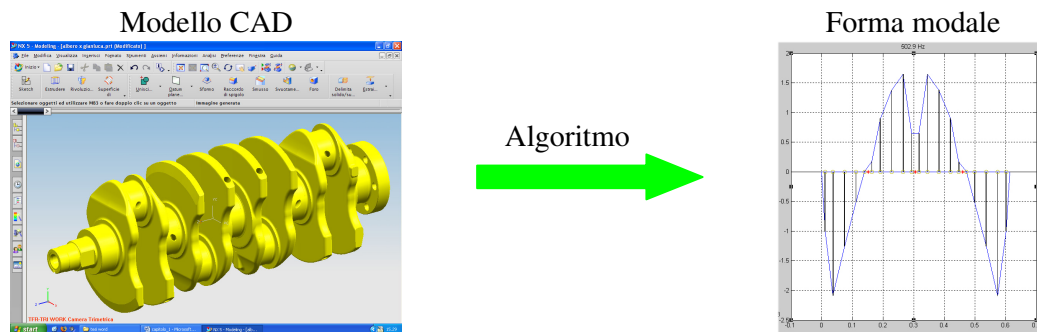
In campo automobilistico, inoltre, negli ultimi anni è divenuta progettualmente prevalente la spinta verso la riduzione dei consumi, volta al rispetto delle attuali normative vigenti sull'impatto ambientale dei mezzi di trasporto; ciò in aggiunta ad una richiesta da parte del mercato dell'auto di prodotti a prestazioni sempre più elevate. Sono state pertanto sviluppate nuove tecnologie, spesso legate ad una sempre più frequente utilizzazione di materiali non convenzionali che consentono un miglior rapporto tra peso ed efficienza meccanica.

Ne è conseguita, quindi, la necessità di un progetto motoristico capace di soddisfare da un lato i richiesti requisiti di leggerezza delle strutture, consentendo dall'altro regimi di rotazione dei propulsori più elevati.

In questo contesto le case automobilistiche hanno avuto l'esigenza di porre particolare attenzione al fenomeno delle vibrazioni meccaniche, studiando ed adottando tutte quelle soluzioni tecniche capaci di garantire sicurezza nei confronti di tali fenomeni. Nell'ambito della progettazione, inoltre, si è osservato un crescente ricorso a codici di calcolo, sovente di grande complessità, capaci di simulare in fase di progetto il comportamento dinamico di un componente meccanico. Tale circostanza ha portato alla nascita della cosiddetta "intelligenza industriale", ovvero di tutte quelle strutture concettuali da affiancare alle strutture fisiche allo scopo della realizzazione di processi più robusti dal punto di vista progettuale e più snelli dal punto di vista economico.

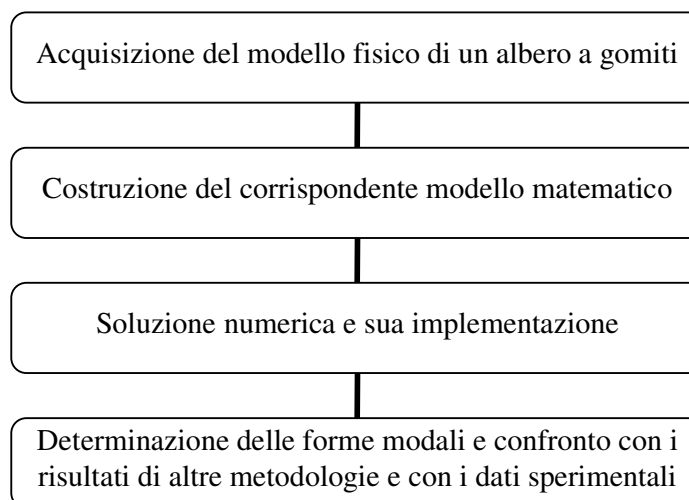
Nell'ambito delle problematiche sopra riportate, il centro ricerche Elasis S.C.p.A., nella fattispecie le Business Line ICT ed FPT Engine Department, ha commissionato uno studio sulle oscillazioni flessionali degli alberi a gomiti volto alla creazione di un algoritmo di

calcolo da implementare in un opportuno software di modellazione grafica (CAD). Tale algoritmo di calcolo dovrebbe permettere a qualsiasi operatore, anche non esperto dello specifico problema, di valutare eventuali oscillazioni flessionali di un albero fornendo come input unicamente la geometria dell'elemento, precedentemente ottenuta in ambiente CAD, così come esposto in figura.



Il vantaggio connesso a tale metodologia è da riferirsi, oltre che ad una più semplice utilizzazione, ai ridotti tempi di calcolo per la valutazione delle oscillazioni flessionali che sarebbe possibile ottenere in ambiente FEM.

Scopo del presente lavoro di tesi è, quindi, quello di mettere a punto l'algoritmo prima citato attraverso lo studio del comportamento flessionale di un albero a gomiti mediante la teoria derivante dal modello di Jeffcott; lo schema logico utilizzato è il seguente:





Dapprima si è ricercato un possibile modello fisico di un albero a gomiti per il quale affrontare lo studio delle oscillazioni flessionali. Sulla base del modello di Jeffcott, ormai universalmente adottato per lo studio del comportamento flessionale di sistemi discreti, sono state messe in evidenza le differenze tra sistema a masse estese ed a masse concentrate, considerando infine il modello ad n dischi ed una possibile modellazione dei supporti di banco dell'albero a gomiti. Il modello fisico che ne deriva dà però luogo com'è noto, ad una procedura analitica e numerica notevolmente laboriosa, e pertanto, nell'ambito della presente tesi, ci si è limitati ad una stima di prima approssimazione dei modi naturali di vibrare considerando il sistema a masse concentrate e a vincoli fissi o mobili.

Si è iniziato a considerare una singola campata dell'albero a gomiti su supporti rigidi; successivamente è stato considerato l'albero come iperstatico, introducendo poi l'elasticità dei cuscinetti di banco, ed ancora gli elementi a sbalzo (puleggia e volano). Per ognuno dei sistemi descritti è stato messo a punto un algoritmo di calcolo, implementato in ambiente Matlab.

E' anche stata data particolare rilevanza alla procedura di acquisizione, mediante un software CAD, delle proprietà geometriche e di massa per l'albero oggetto dello studio. Sono state infine determinate le forme modali attraverso il codice precedentemente elaborato, e si sono confrontati i risultati ottenuti sia con i dati sperimentali disponibili sia con quelli valutati con un'analisi FEM: i risultati del confronto sono riportati nella tabella che segue.

		Forma modale	Frequenza calcolata(Hz)	Frequenza sperimentale(Hz)	Errore (%)
Modello a masse concentrate	Albero semplice	1° modo flessionale piano XY	502.9	512	-1.78
	Albero completo	1° modo flessionale piano XY	183.5	181	+1.36
Analisi FEM	Albero semplice	1° modo flessionale piano XY	493	512	-4
	Albero completo	1° modo flessionale piano XY	185	181	+2.16



Dall'esame della tabella soprariportata è possibile rilevare che le frequenze proprie determinate attraverso il modello a masse concentrate approssimano in maniera soddisfacente tanto i dati sperimentali, quanto i risultati dell'analisi FEM per il 1° modo di vibrare, e questo risultato può essere considerato una sufficiente validazione del codice elaborato. E' peraltro ovviamente presumibile che tale accordo non possa essere ottenuto per i modi superiori, per i quali, pur utilizzando ancora la logica dei sistemi discreti, sarà necessario rimuovere alcune delle ipotesi semplificative utilizzate, quale, principalmente, quella di masse concentrate; in tale sviluppo dello studio, sarà peraltro ovviamente possibile utilizzare anche la modellazione CAD già realizzata

Il presente lavoro di tesi si presenta quindi solo come il primo passo dello studio delle oscillazioni flessionali di sistemi complessi a mezzo di modelli e codici di calcolo con interfacce-utente più semplici e tempi di calcolo ridotti rispetto ai codici FEM commerciali.