

PREFAZIONI

Questi due libri dedicati all'autotelaio si aggiungono, nella Collana di ATA dedicata all'ingegneria dell'autoveicolo, a quello pubblicato nel 2005 sulle trasmissioni manuali ed automatiche.

Questo evento, che spero si possa ripetere altre volte in futuro, è il risultato finale di un impegno notevole protrattosi per più di un lustro e non ancora totalmente compiuto.

Il Gruppo FIAT, infatti, consapevole dell'importanza delle conoscenze specialistiche nello sviluppo e nella gestione di un prodotto altamente competitivo, ha ispirato al Politecnico di Torino la necessità di costituire un corso di laurea in Ingegneria dell'autoveicolo, dedicato alla preparazione di laureati di primo e secondo livello, indirizzati alla gestione ed al miglioramento del processo di sviluppo e produzione di questa categoria di prodotti.

Questa necessità non è stata solamente dettata dall'inserimento di nuovi tecnici laureati nei ruoli operativi interni, ma anche dal processo di globalizzazione in atto, che rende necessaria l'omogeneità culturale con fornitori di componenti o servizi e responsabili di attività delocalizzate.

Il corso di laurea, ora attivo a Torino dall'anno accademico 1999/2000, è stato pianificato ed avviato con una collaborazione che ha coinvolto Docenti del Politecnico, dedicati a queste discipline, ed esperti di aziende del Gruppo; la partecipazione di questi esperti non si è limitata alla sola progettazione dei corsi specialistici, ma è stata, in un secondo tempo, estesa alla preparazione dell'indispensabile materiale didattico di riferimento ed, in molti casi, all'attività accademica vera e propria.

Il compito di coordinare lo svolgimento di queste attività è stato affidato dal Gruppo al Centro Ricerche Fiat (CRF), per diversi motivi.

All'interno del Gruppo, al CRF è affidato, infatti, non solo il compito di sviluppo di prodotti innovativi, ma anche di nuove metodologie di progettazione ed industrializzazione.

A questo ruolo si aggiunge, inoltre, quello di diffondere e rendere facilmente disponibili ai settori operativi del Gruppo le conoscenze che ne derivano, affinché essi possano rispondere alle esigenze dei clienti, in termini di innovazione e competitività del prodotto.

Infine, il CRF non è solamente dedicato all'automobile, ma anche agli altri tipi di veicolo, ai componenti veicolistici ed ai sistemi di produzione, oggetto dell'attività del Gruppo; per questo è stato possibile, pur assegnando una maggior enfasi all'automobile, non dimenticare, in questi corsi, le peculiarità dei veicoli industriali e dei produttori di componenti.

Il compito assegnato è stato particolarmente gravoso ed ha compreso il coinvolgimento, per alcuni anni, di numerosi collaboratori del centro ricerche, oltre ai citati esperti dei Settori operativi; il risultato di questo lavoro ha portato alla definizione non solo di un piano di studi integrato, ma anche di un corpo di dispense e di sussidi visivi, per lo svolgimento delle lezioni e per il supporto agli studenti negli studi e nella preparazione degli esami dei corsi più specialistici.

La mole e la qualità dei supporti didattici creati ci hanno stimolato ad andare oltre, ponendoci, successivamente, l'obiettivo di trasformare il materiale ottenuto in testi di riferimento pubblicati in italiano e, in un prossimo futuro, in lingua inglese.

L'Autotelaio è dedicato al progetto dei componenti dell'omonimo sottosistema del veicolo ed alla loro integrazione per il raggiungimento degli obiettivi utili alla soddisfazione del cliente; gli argomenti trattati supportano i corsi previsti, presso il Politecnico di Torino, di Impostazione progettuale dell'autoveicolo, di Progetto dell'autotelaio e di Progetto della trasmissione del moto.

ATA, l'Associazione Tecnica dell'Automobile, ha assunto il ruolo di editore di queste pubblicazioni; questo compito si integra nel migliore dei modi con l'obiettivo istituzionale di facilitare la diffusione della competenza e della cultura tecnica degli autoveicoli.

Inoltre, l'associazione, vicina non solo al mondo accademico ed ai giovani studenti, ma anche ai tecnici operativi ed ai non pochi appassionati, potrà garantire che queste conoscenze raggiungano tutti i lettori potenzialmente interessati.

Nevio Di Giusto

Questo testo nasce da una duplice pluridecennale esperienza: da un lato l'insegnamento di materie, quali Meccanica dell'Autoveicolo, Impostazione Progettuale del Veicolo, Progetto dell'Autotelaio ed altre ancora, agli studenti di Ingegneria e dall'altro la pratica della progettazione di autoveicoli e componenti dell'autotelaio in una grande industria autoveicolistica. Si rivolge quindi in primo luogo agli studenti di Ingegneria dell'autoveicolo e, più in generale, di Ingegneria meccanica, ma anche a tutti quei tecnici e progettisti che operano nel settore. Si rivolge altresì a quegli appassionati di autoveicoli che siano alla ricerca di un approfondimento tecnico.

La tradizione e la diversità delle conoscenze disciplinari coinvolte nella progettazione dei veicoli stradali ci portano a suddividere l'autoveicolo in tre grandi sottosistemi: il motore, l'autotelaio e la carrozzeria.

L'autotelaio, a differenza del motore e della carrozzeria, oggi non costituisce un sottoinsieme fisico visibile, risultato di una certa parte del processo di fabbricazione; i componenti che lo costituiscono vengono, infatti, montati sulla carrozzeria, separatamente, durante l'assemblaggio finale. Per questo, la sua funzionalità non può essere valutata sperimentalmente in modo disgiunto dal resto del veicolo.

Come meglio vedremo, nei capitoli della prima e della seconda parte, dedicati all'evoluzione tecnica del prodotto, la situazione era completamente diversa in passato; nelle prime automobili, infatti, si definiva con il nome di *autotelaio* un vero e proprio aggregato semovente, che comprendeva:

- una struttura, solitamente a traliccio, il *telaio*, in grado di sostenere tutti gli altri componenti del veicolo;
- le *sospensioni*, per il collegamento elastico del telaio alle ruote;
- le *ruote*, con i relativi *pneumatici*;
- i cinematismi dello *sterzo*, per il cambiamento dell'angolo di direzione delle ruote anteriori;
- il *sistema frenante*, per il rallentamento e l'arresto del veicolo;
- la *trasmissione*, per applicare la coppia del motore alle ruote motrici.

Questo insieme di componenti, dopo il montaggio del motore, era in grado di marciare autonomamente; ciò accadeva effettivamente in molte prove sperimentali, nelle quali la carrozzeria era sostituita da semplici zavorre, e durante il ciclo di fabbricazione, per il trasferimento dell'autotelaio dallo stabilimento del costruttore di automobili a quello del carrozziere.

Il cliente spesso acquistava dal costruttore un autotelaio, che faceva successivamente completare da un carrozziere di fiducia, su proprie indicazioni.

Sugli autoveicoli di oggi, questa particolare architettura e funzionalità è prevista solo per i veicoli industriali, con l'eccezione degli autobus, nei quali la struttura, anche se costruita da un carrozziere, collabora ampiamente con quella dell'autotelaio, venendo a formare, a veicolo ultimato, una specie di scocca portante.

Sulla quasi totalità delle automobili la struttura dell'autotelaio è, invece, inseparabile dalla scocca, della quale costituisce essenzialmente il pavimento; fanno eccezione alcune piccole strutture ausiliarie, spesso utilizzate per l'interfacciamento delle sospensioni e del motopropulsore alla scocca ed il loro premontaggio a fianco linea.

Ciò nonostante, la tradizione e le particolarità tecniche di questi componenti hanno giustificato lo sviluppo di un particolare filone disciplinare nell'ingegneria dell'autoveicolo, per cui, presso quasi tutti i costruttori, i tecnici dedicati allo sviluppo dell'autotelaio sono parte di organizzazioni distinte, rispetto a quelle che si occupano di motori o di carrozzeria.

Un nuovo motivo si è aggiunto, in tempi recenti, per giustificare queste differenze disciplinari e specificità organizzative, ed è quello della costituzione delle cosiddette *piattaforme* tecnologiche: le tendenze del mercato moderno dell'automobile puntano verso una diversificazione del prodotto inimmaginabile nel recente passato, tanto che molti tecnici di *marketing*, per parlarne, usano il termine di frammentazione.

Questa grande diversificazione sarebbe, però, insostenibile con costi del prodotto ragionevoli, se non fosse accompagnata da una forte unificazione trasversale di tutte le parti non visibili e non specifiche di un dato modello.

Questa situazione si è sempre presentata, per gli stessi motivi, presso i costruttori di veicoli industriali.

Il termine *piattaforma*, un tempo impiegato per designare la parte bassa della carrozzeria, ovvero il pavimento della vettura, con i longheroni anteriori, con l'aggiunta del termine *tecnologica*, comprende un insieme di organi sostanzialmente coincidenti con l'autotelaio di un tempo; la particolarità dei contenuti tecnico-scientifici, i diversi tempi di sviluppo di questi organi e la loro più lunga vita economica, hanno rafforzato la specificità della formazione disciplinare dei tecnici addetti allo sviluppo di questo sistema.

La materia trattata nel testo è suddivisa in cinque parti, organizzate in due volumi.

Il primo volume tratta dei vari sottosistemi che costituiscono l'autotelaio e si articola in due parti.

Nella prima vengono studiati i principali componenti dell'autotelaio, dagli elementi strutturali alle ruote pneumatiche, dalle sospensioni ai freni e allo sterzo, senza dimenticare quei sistemi di comando e controllo che divengono sempre più complessi ed importanti con l'estendersi a tutte le categorie di veicoli dell'impiego di sistemi attivi e controllati.

La seconda parte è dedicata alla trasmissione ed ai suoi componenti, argomento che per la sua complessità richiede una trattazione autonoma.

A questo proposito, bisogna osservare che, presso molti costruttori, gli enti tecnici e produttivi addetti alle trasmissioni sono associati a quelli del motore, anziché a quelli dell'autotelaio. Questo fatto, che non ha, ovviamente, influenza sui contenuti tecnici di questo volume, può essere motivato dalle più spinte possibilità di standardizzazione e dalla diversa velocità di obsolescenza di quest'ultimo componente, per questi aspetti, accomunabile al motore.

Il criterio con cui vengono esposti gli argomenti presuppone una conoscenza di tipo generale del disegno e della costituzione dei componenti, ottenibile attraverso lo studio di un manuale di costruzione di macchine di livello universitario. Non verranno, pertanto, più riproposti quegli argomenti che trovano normalmente il loro giusto spazio in testi specifici. In particolare, nella seconda parte, dedicata come si è detto alle trasmissioni per autoveicolo, non verrà trattata in modo esaustivo la progettazione di ruote dentate, alberi, cuscinetti e tenute.

Sono tuttavia riportate, in varie parti di questo volume, alcune nozioni di progettazione, che vengono di solito trascurate nei testi tecnici, non specialistici.

Si è, anche, ritenuto opportuno inserire due capitoli sull'evoluzione tecnica del prodotto, che permetteranno di apprezzare e di comprendere il cammino percorso dalla tecnica dell'autoveicolo, nei suoi primi cento anni di storia. Nell'esperienza degli autori, lo studio di questi meccanismi offre un'utile palestra per la mente del progettista e si dimostra, talvolta, utile per l'ispirazione di nuove soluzioni.

Saranno descritte solamente le architetture che si ritengono tipiche delle applicazioni autoveicolistiche più diffuse (autovetture, con cenni ai veicoli industriali), senza considerare quelle per altre applicazioni (motoveicoli, trattori agricoli, macchine movimento terra, quadricicli, ecc.).

Il secondo volume, suddiviso in tre parti, è dedicato allo studio dell'autotelaio come sistema, ponendo in particolare evidenza l'influenza che il progetto dell'autotelaio riveste nel conferire all'autoveicolo le prestazioni che il cliente desidera e che le normative impongono.

La prima delle tre parti è dedicata ad un'analisi, almeno per grandi linee, delle funzioni che l'autoveicolo deve svolgere, delle aspettative del cliente e delle prescrizioni normative.

Nella seconda parte viene trattata in modo diretto l'influenza che ha l'autotelaio nel definire le prestazioni dell'autoveicolo. In particolare, viene studiata la dinamica longitudinale, trasversale e vibrazionale del veicolo, ovvero le sue prestazioni in termini di velocità, accelerazione, consumo e frenatura, di guidabilità (o, come normalmente si dice con termine inglese, di *handling*) e comfort.

La terza parte è dedicata alla modellistica matematica dell'autotelaio e più in generale del veicolo. Come è noto, la progettazione si avvale in misura crescente di modelli matematici che oramai costituiscono prototipi virtuali, permettendo di eseguire una vera e propria sperimentazione, anche se puramente numerica, dell'autoveicolo ancor prima che, come si diceva un tempo, lasci il tavolo da disegno.

Anche se in moltissimi casi i modelli matematici sono basati su codici di calcolo, preparati da specialisti, che le aziende autoveicolistiche acquistano e che i progettisti usano come veri e propri strumenti, è indispensabile che chi esegue la simulazione abbia idee molto chiare sulle metodologie che stanno alla base dei modelli e sulle approssimazioni che introducono per poterne valutare criticamente i risultati. Lo scopo di questa parte non è quindi quello di insegnare ai futuri progettisti a costruire codici di calcolo, ma di indicare come usare i codici a disposizione in modo corretto e responsabile.

La trattazione si conclude con cinque appendici.

Nella prima sono riportate alcune nozioni teoriche riguardanti la dinamica dei sistemi, con lo scopo di richiamare alcune nozioni fisico-matematiche, utili per comprendere l'impostazione della modellistica matematica dell'autotelaio. Il lettore può premettere la lettura di questa appendice allo studio della quinta parte del testo, in modo da chiarire alcuni concetti generali che saranno applicati nella realizzazione dei modelli matematici sopecifici.

La seconda appendice è dedicata allo studio dinamico dei veicoli a due ruote. Lo studio del comportamento dei motoveicoli, per certi versi più complesso di quello dei veicoli a quattro o più ruote, viene considerato un argomento specialistico che ha poco a che fare con la tecnica autoveicolistica. Oltre tutto, tranne notevoli eccezioni, le realtà industriali che si occupano dei due tipi di veicoli sono ben distinte.

Tuttavia vi sono indubbie somiglianze, dovute non in piccola parte al fatto che entrambi utilizzano pneumatici come organi di appoggio e di trasmissione di forze al suolo, e lo studio della dinamica dei motoveicoli può essere utile per chiarire alcune caratteristiche di quella degli autoveicoli e viceversa.

La terza appendice tratta delle particolarità che si incontreranno quando sarà necessario utilizzare veicoli su ruote, essenzialmente simili agli autoveicoli, in ambienti diversi da quello del nostro pianeta. Partendo dall'unico caso sinora realizzato, il veicolo utilizzato sulla Luna dagli astronauti del Progetto *Apollo*, che consisteva sostanzialmente di un sofisticato e innovativo autotelaio, si cercherà di analizzare le somiglianze e le differenze tra i veicoli che oggi utilizziamo sul nostro pianeta e quelli che in futuro permetteranno di esplorare quei nuovi mondi su cui l'umanità dovrà imparare a vivere in futuro.

Nella quarta appendice sono riportate le metodologie, spesso altamente approssimate, che vengono utilizzate quando si debbano ricostruire i moti anomali che avvengono durante gli incidenti stradali.

Il testo si conclude con una quinta appendice che raccoglie dati di veicoli di vario genere, con lo scopo di permettere agli studenti di mettere in pratica quanto hanno imparato nello studio dei capitoli precedenti, costruendo essi stessi esempi ed esercizi che abbiano un minimo di realismo.

Giancarlo Genta
Lorenzo Morello