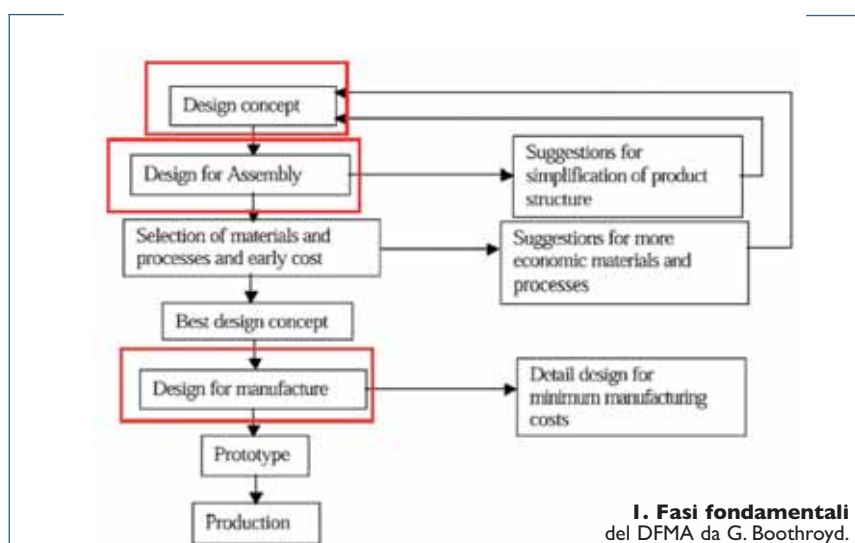


Concurrent Engineering di macchine utensili



L'adattamento a logiche di piccola-media impresa di strategie tipiche del Dfa (Design For Assembly) e del Dfm (Design For Manufacturing), che sono pensate e ampiamente studiate per le grandi

industrie, non solo si può ma permette di ottenere significativi vantaggi in termini di riduzione di tempo e di costi

I costruttori di macchine utensili medio - piccoli presenti sul territorio nazionale hanno la necessità di competere sul piano delle soluzioni mirate alla risoluzione di specifici problemi produttivi per rispondere efficacemente alle sfide del mercato globale in termini innovativi. L'introduzione di metodologie di simulazione virtuale, che riducono i tempi di sviluppo e annullano la necessità di produrre prototipi, può essere percorribile anche nelle Pmi a patto di adattare le tipiche tecniche del Concurrent Engineering alla reale capacità progettuale di queste aziende [1-2].

Le cosiddette fasi di Dfa (Design For Assembly) e Dfm (Design For Manufacturing) dell'ingegneria concorrente [3] sono state studiate facendo spesso ricorso a programmi molto avanzati di progettazione assistita. L'uso "acritico" delle tecniche di progettazione assistita CAX (Computer Aided X) sin dalle prime fasi del progetto può portare a inutili sprechi di tempi-denaro per l'implementazione di sofisticati modelli virtuali che non aiutano la comprensione di problemi principali da risolvere.

Una impostazione che, a nostro parere, può essere vincente è parzialmente mutuabile da

quanto utilizzato da anni nell'industria automobilistica nella progettazione di sottosistemi limitati [4]. La "chiave progettuale" per poter risolvere questi problemi è, come noto, quella di dare il massimo risalto all'individuazione precoce di tutti i più disparati vincoli progettuali e funzionali e di tradurli in specifici termini quantitativi con strumenti il più semplici possibile.

È infatti "pratica industriale" molto diffusa oggigiorno nella gestione delle commesse quella di modificare soluzioni esistenti in modo più o meno intuitivo e veloce e poi risolvere, dopo la firma del contratto, gli eventuali problemi che si manifestano con costi che sono difficilmente quantificabili durante la stipula dei contratti stessi.

Per la piccola e media industria (Pmi) le "domande aperte" più interessanti risultano quindi essere:

- è possibile soddisfare la necessità funzionale/prestazionale del cliente in modo economicamente soddisfacente per entrambi (acquirente-costruttore), limitando al massimo i rischi contrattuali dovuti a errate valutazioni iniziali che sottostimino i costi di sviluppo?

- è possibile adattare le strategie tipiche del Dfa e del Dfm (Dfma) pensate, e ampiamente studiate, per le grandi industrie, a logiche di Pmi con limitate risorse?

Principali fasi progettuali

Le fasi principali del tipico flusso di tipo Dfma, parte fondamentale della progettazione basata sui dettami della ingegneria concorrente, sono spesso rappresentate come in figura 1, in lingua originale per rispettare la nomenclatura ormai universalmente accettata [5]. In figura 1 sono state evidenziate con un rettangolo rosso le fasi principali del flusso di progettazione.

Dal punto di vista delle Pmi alcune delle tipiche tecniche e degli strumenti di progettazione virtuale avanzati, descritti a esempio in [6], sono oggettivamente irraggiungibili sia in termini di costi che di risorse da assegnare per una corretta applicazione di questi complessi strumenti.

Queste industrie hanno spesso un ridottissimo ufficio tecnico con svariate competenze:

INPUT	WHO	OUTPUT
Richieste prestazionali	Cliente	Richiesta preliminare
	Ufficio acquisti/vendite	di ordine con riferimenti
	Venditori e concessionari	quantitativi alle prestazioni
Possibile costo massimo ammesso	Cliente	Definizione costo interno
Vincoli normativa vigente	Ufficio acquisti/vendite	di produzione massimo
Vincoli produttivi e di approvvigionamento	Ufficio tecnico	Eventuale revisione commessa
Vincoli di ingombro	Ufficio tecnico	Scelta delle possibili
	Produzione	soluzioni tecniche
	Cliente	Possibili soluzioni tecniche
	Ufficio Tecnico	e layout approssimativo della macchina

Tabella 1.
Fase di studio funzionale.

esso deve sopperire allo stesso tempo sia alle funzioni aziendali a cui è preposto (gestione della progettazione e della produzione) sia alle richieste dei clienti (richieste di supporto tecnico, sviluppo di programmi CN per esigenze particolari di produzione dei clienti stessi,...)

Nelle Pmi poche figure tecniche rivestono contemporaneamente più funzioni tipiche dell'organizzazione aziendale. Di contro i programmi implementati per la soluzione del Dfma sono spesso delle vere e proprie piattaforme di utilizzo molto generale e complesso che richiedono personale specificamente addestrato che si deve occupare in modo continuativo ed esclusivo di queste piattaforme per avere dei risultati soddisfacenti. Nel caso poi di progettazione innovativa in piccole aziende, nella complessa e delicata fase iniziale di stipula del contratto con l'acquirente, si ritiene che i tempi necessari allo sviluppo di complessi modelli virtuali, quando non è neppure del tutto chiara la possibile soluzione progettuale, porti il progettista ad inutili perdite di tempo nel definire dettagli inizialmente secondari della soluzione (ad esempio sviluppo 3D dei componenti). La fase di definizione della possibile soluzione tecnica percorribile (il Concept Design di figura 1) risulta essere quindi, come logico, molto delicata e di importanza fondamentale, soprattutto per le limitate risorse economiche spendibili da una tipica Pmi. Utilizzando la terminologia caratteristica della scuola progettuale italiana si possono utilizzare tre nomenclature "usuali" per cercare

di definire in modo netto le fasi fondamentali che portano a un corretto sviluppo del progetto innovativo nell'ottica della ingegneria concorrente:

1. studio funzionale e individuazione dei vincoli progettuali (Concept Design),
2. fase di pre-progettazione (da Design for Assembly fino a Best design concept),
3. fase di progettazione ed ottimizzazione strutturale (parte finale del Dfma).

Studio funzionale

Nella tabella 1 si è cercato di rendere manifesti i principali legami fra l'organizzazione aziendale di una Pmi e le scelte progettuali da effettuare nella fase di studio funzionale di una nuova possibile macchina 'personalizzata'.

Durante questa prima importantissima fase devono essere attentamente valutati gli impatti in termini di costi e di tempi di progettazione dei vincoli dovuti alle normative. Le normative vigenti di tipo C (si veda ad esempio [7, 8]), spesso alla loro prima edizione nella loro forma armonizzata, portano a dover considerare aumenti del costo molto significativi dovuti in gran parte agli apparati di sicurezza e controllo da installare a bordo macchina in funzione delle specifiche richieste dell'acquirente.

L'aggiunta di una singola funzionalità per una determinata macchina (ad esempio carico e scarico automatico del pezzo o degli utensili) porta a dover stravolgere completamente la logica e la strumentazione di sicurezza a bordo della macchina stessa con conse-

guenze a volte imprevedibili sulla affidabilità e sulla robustezza dei sistemi di sicurezza e controllo teoricamente utilizzabili.

Alla fine di questa prima fase, sulla base di tutti gli input della tabella precedente e di tutti gli altri eventualmente resisi manifesti in termini quantitativi o qualitativi, può essere presentata al cliente una prima possibile soluzione tecnica.

Pre-progettazione

Fissate le specifiche di progetto quantitative necessarie per la conclusione della fase precedente, il progettista ha una base di informazioni sufficiente a tentare una progettazione di massima (tabella 2).

Le informazioni in output dalla prima fase non sono però assolutamente sufficienti per una soddisfacente individuazione dei costi principali da sostenere (e quindi alla chiusura del contratto).

In particolare si vuole rimarcare come in questa fase l'intera organizzazione tecnica, produttiva e di vendita è spinta da due esigenze contrastanti: da una parte la necessità di definire i costi di massima per la commessa porta all'esigenza di parcellizzare il problema tecnico per definire gli eventuali componenti necessari (costi).

D'altra parte è necessario però stimare in modo veramente predittivo il comportamento finale dell'assieme e la sua conformità alle specifiche quantitative per non fornire una soluzione tecnica di primo tentativo che si rivelerà inadatta alla soddisfazione della spe-

cifica tecnica della commessa.

Autori come Edwards e altri (si veda di nuovo [3]) si sono sforzati di riassumere le priorità principali da considerare per concludere in modo soddisfacente le fasi del Dfma arrivando fino alla compilazione di lunghe liste di "scelte strategiche" necessarie a una corretta definizione di un flusso di progettazione concorrente. Se però si leggono attentamente queste "liste strategiche" esse sono spesso delle generiche liste di criteri per una buona progettazione di componenti applicabili genericamente alle tipologie produttive più disparate.

Si ritiene quindi che qualsiasi tipo di generalizzazione o estensione dei risultati di altre ricerche risulti, specialmente nella progettazione realmente innovativa, essere di difficilissima od impossibile applicazione.

A nostro parere, all'atto pratico, dette liste o strumenti equivalenti devono necessariamente essere calate nella realtà industriale ove si opera. Nelle Pmi in particolare inoltre, allo stato attuale delle cose, raramente si incontrano sistemi interconnessi e coerenti che facilitano e/o automatizzano lo scambio di informazioni fra le varie funzioni aziendali. A favore delle Pmi spesso, al contrario di quanto avviene nelle industrie di taglia maggiore, esiste una vicinanza "fisica" fra le varie funzioni aziendali che permette uno scambio veloce di informazioni a livello personale che, se coerentemente indirizzato e regolato in modo da poter essere tracciabile, porta ad una notevolissima compressione dei tempi di sviluppo e revisione dei progetti. In questa fase gioca ancora un ruolo fondamentale l'esperienza del progettista e la sua capacità di discernere i fattori fondamentali

che guidano la soddisfazione delle esigenze progettuali (analisi di sensibilità dei fattori critici del progetto).

In queste realtà industriali, a nostro parere, spesso sono molto efficaci fogli di calcolo e programmi sviluppati nei linguaggi più disparati (integrati direttamente nei sistemi di designazione e calcolo) che tendono a formalizzare ed indirizzare le scelte secondo percorsi progettuali noti e fruibili per la particolare realtà produttiva.

Progettazione e ottimizzazione strutturale

In questa fase deve essere attentamente considerato il beneficio in termini di progettazione dovuto all'adozione di programmi che integrano sistemi CAD-CAM-CAE, di contro esiste un evidente problema concernente il costo di acquisto e di utilizzo dei pacchetti software, che risulta essere un problema quasi insormontabile per molte aziende medio-piccole.

La suddivisione della progettazione sistemica in componenti interagenti e l'individuazione di quelli strategici effettuata durante la fase precedente permette, al limite, di poter affrontare il problema anche con l'ausilio di più semplici sistemi di progettazione CAD FEM CAM a se stanti, che usano "protocolli universali" di scambio dei database (ad esempio .iges, .step o altri).

Bisogna però puntualizzare che, nel caso in cui si utilizzino sistemi integrati di progettazione come quello impiegato nell'ambito universitario per la presente ricerca (LMS Virtual Lab, versione 6A), la fase di progettazione/modifica funzionale dei componenti e dei relativi assiemi e la sua trasposizione FEM diviene semplificata di molto. In più l'imposizione dei carichi direttamente sulle geometrie CAD ed il loro trasferimento e modifica diviene di molto semplificata anche nel caso di modifiche radicali del disegno delle parti. L'individuazione di una soluzione globale in un tempo ridotto necessita comunque, in questa fase progettuale, di prevedere il comportamento strutturale di differenti soluzioni tecniche adottabili per la soddisfazione delle specifiche progettuali.

Nella nostra esperienza si è reso manifesto

Tabella 2.
Fase di pre-progettazione.

INPUT	WHO	OUTPUT
Richieste prestazionali quantitative dalla fase precedente	Ufficio tecnico	Definizione dei componenti critici per la progettazione
		Pre-progettazione dei sistemi di sicurezza e controllo
Richieste prestazionali quantitative dalla fase precedente	Ufficio tecnico	Individuazione di possibili parti standardizzate (di commercio)
	Ufficio acquisti/ vendite	per la risoluzione dei problemi
Layout approssimativo	Ufficio tecnico	Eventuale revisione commessa e layout modificato
Possibili soluzioni tecniche dalla fase precedente	Ufficio tecnico	Scelta "economica" delle possibili soluzioni produttive
	Produzione	

come l'utilizzo acritico di strumenti di progettazione assistita, specialmente in realtà con uffici tecnici ridotti, può portare a benefici nulli o ridottissimi dal punto di vista della contrazione dei tempi di sviluppo delle soluzioni tecniche innovative a fronte di costi molto elevati.

C. Braccesi, L. Landi, Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Perugia, e-mail: l.landì@unipg.it

Per motivi di spazio molte delle relazioni matematiche utilizzate, alcune tabelle relative alla fase di progettazione sono state rimosse. Per richiedere la memoria comprensiva della seconda parte che sarà pubblicata su Progettare con il titolo "Lunetta idraulica ottimizzata", memoria presentata al XXXVII Convegno Nazionale dell'AIAS - Associazione Italiana per l'Analisi delle Sollecitazioni - che si è tenuto a Roma nel settembre 2008, si prega di inviare una e-mail all'indirizzo l.landì@unipg.it.

readerservice.it n. 58

Bibliografia

- [1] Prasad B., 1996, *Concurrent Engineering Fundamentals*, Volume I, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [2] Cugy J.F., 1998, *Product focused concurrent engineering*, *Nouvelle Revue d'Aeronautique et d'Astronautique*, Volume VI, Issue 2, pagg. 23-25.
- [3] Edwards K.L., 2002, *Towards more strategic product design for manufacture and assembly: priorities for concurrent engineering*, *Materials and Design*, 23, pagg. 651-656.
- [4] Carfagni M., Landi L., 2001, *Concurrent engineering for vehicle component validation*, 8th ISPE Conference - Advances in Concurrent Engineering, Anaheim (CA).
- [5] Boothroyd G., Dewhurst P., Knight W., 1994, *Product design for manufacture and assembly*, Marcel Dekker.
- [6] Choi A.C.K., Chan D.S.K., Yuen A.M.F., 2002, *Application of Virtual Assembly Tools for Improving Product Design*, *Int. J Adv Manuf Technol*, 19, pagg. 377-383.
- [7] Landi L., 2006, *Progettazione dei dispositivi di sicurezza attivi e passivi per i torni alla luce delle recenti norme armonizzate*, XXXV Convegno Nazionale AIAS.
- [8] UNI 4620, *Prescrizioni di collaudo per macchine utensili. Torni paralleli con altezza punta da 250 a 800 mm.*

RL e MG

Quando la semplicità
prende forma
nascono le grandi
innovazioni.



F.lli Giacomello s.n.c.

Via Magenta, 77 cap 15/A - 20017 RHO (MI)
Tel. +39 02 93.01.278 - Fax +39 02 93.01.690

info@fratelligiacomello.it
www.fratelligiacomello.it