

VIRTUAL PROTOTYPING E TECNOLOGIE CAE

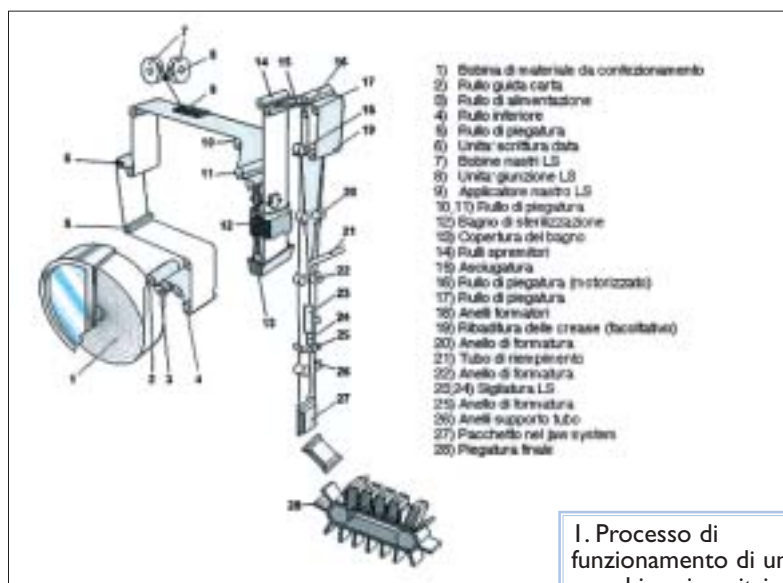
L'implementazione della prototipazione virtuale per supportare le attività di ricerca e sviluppo e l'integrazione della tecnologia CAE all'interno del processo sviluppo prodotto da parte della Tetra Pak Carton Ambient. La figura del calculation engineer a supporto del progettista meccanico

Le applicazioni più promettenti della tecnologia CAE in ambito industriale riguardano tecniche di "Virtual Prototyping" e l'integrazione della tecnologia CAE a supporto delle attività di progettazione. Il termine "Virtual Prototyping" indica un'ampia tipologia di analisi che includono, ad esempio, simulazione di processo tecnologico (come ad esempio il processo di stampaggio), di sistemi complessi a campi fisici accoppiati (come ad esempio la simulazione del campo di temperatura associato alla dissipazione di corrente generata da un campo magnetico variabile nel tempo), la simulazione di utilizzo del prodotto (come ad esempio la simulazione della coppia necessaria per svitare un tappo da un contenitore) e molte altre tipologie di problemi.

Con l'integrazione della tecnologia CAE all'interno del ciclo di sviluppo prodotto, viene generalmente indicato l'impiego di tecniche di simulazione a supporto di attività di progettazione meccanica o automatica. Alcuni esempi, tratti dall'ambito meccanico possono essere la verifica strutturale di componenti sotto l'ipotesi di linearità, la verifica di funzionalità di un meccanismo, il controllo di non interferenza, l'ottenimento delle reazioni vincolari sugli assi dei giunti che costituiscono un meccanismo e l'ottimizzazione della forma di un componente per garantire, ad esempio, un massimo momento di inerzia rispetto a un

certo asse, non incrementando la massa e soddisfacendo i vincoli di progetto.

L'applicazione della tecnologia CAE in ambito di progettazione, o sviluppo prodotto, si differenzia dalle tecniche di "virtual prototyping" soprattutto per quanto concerne i programmi impiegati e il pubblico di utenti cui sono indirizzati. La realizzazione di modelli CAE, a supporto delle attività di progettazione meccanica, è generalmente indirizzata ai progettisti stessi. Il programma utilizzato deve essere robusto, di facile utilizzo, ben integrato con il sistema CAD aziendale e con potenzialità limitate alle sole tipologie



I. Processo di funzionamento di una macchina riempitrice realizzata da Tetra Pak Carton Ambient.

di analisi che l'utente è in grado di affrontare in sicurezza. Tecniche di "Virtual Prototyping" sono generalmente indirizzate a un pubblico di esperti.

I programmi utilizzati devono essere quindi potenti e versatili, ma non necessariamente di facile utilizzo e integrati con il sistema CAD aziendale.

Il maggior vantaggio offerto da tecniche CAE consiste nel potere investigare il comportamento di sistemi e processi, anche complessi, senza dovere confidare interamente sull'esperienza acquisita su sistemi analoghi, sulla realizzazione di prototipi o sulle prove eseguite a prodotto/processo ormai svilup-

no apportate al progetto, tanto più queste saranno difficoltose, costose e poco incisive, soprattutto a causa dei numerosi vincoli inevitabilmente introdotti durante il processo di sviluppo. Da queste considerazioni è possibile evincere non solo l'importanza dell'esperienza acquisita da ricercatori e progettisti durante anni di lavoro, ma anche il grande impatto della tecnologia CAE.

L'ORGANIZZAZIONE

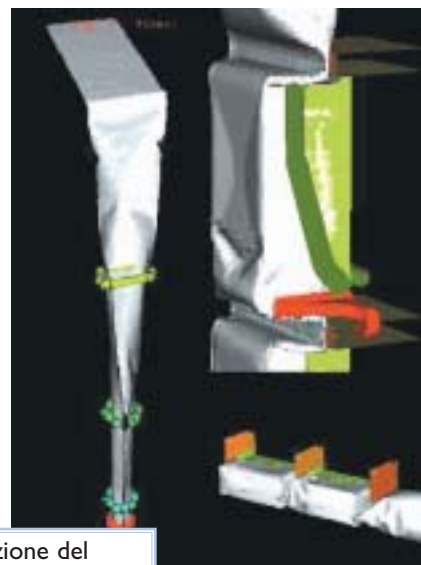
Tetra Pak è leader mondiale nella fornitura di soluzioni per il "packaging" di latte, succhi di frutta e altri alimenti liquidi. In particolare Tetra Pak è l'unica ditta multinazionale in grado di fornire soluzioni integrate per il processo, il confezionamento e la realizzazione di linee di distribuzione per alimenti liquidi. Le attività di progettazione e di ricerca e sviluppo sono suddivise, all'interno di Tetra Pak, in 4 "business areas": Carton Ambient, Carton Chilled, Plastics e Processing.

Tetra Pak Carton Ambient è la ditta del gruppo incaricata dello sviluppo e dell'implementazione di sistemi per il confezionamento asettico di prodotti alimentari liquidi a partire da un materiale multistrato, a base cartone, sviluppato dalla stessa Tetra Pak. Le attività di sviluppo riguardano tanto le macchine riempitrici, quanto nuove soluzioni per i contenitori. Le macchine riempitrici trasformano il materiale multistrato, fornito sotto forma di bobine di grosse dimensioni, realizzate da Tetra Pak, in pacchetti di forma e peso prefissati. Il processo di funzionamento della macchina riempitrice è riportato in figura 1, mentre in figura 2 e 3 è possibile osservare il sistema a ganasce delle nuove piattaforme A3/flex, che consente di cambiare con rapidità la forma ed il volume del contenitore prodotto, e A3/speed, che permette di raggiungere produzio-

3. Sistema a ganasce della nuova piattaforma A3/speed.

ni fino a 20.000 pacchetti per ora. Il processo di funzionamento di una macchina riempitrice è molto complesso e coinvolge numerose competenze trasversali, in linea con l'elevato contenuto tecnologico del materiale e del processo di "packaging" asettico sviluppato da Tetra Pak.

Il materiale da confezionamento è infatti costituito da numerosi strati realizzati in materiali diversi, come ad esempio: cartone per garantire rigidità alla confezione, alluminio per proteggere il prodotto dalla luce e dal contatto con l'ossigeno e polietilene per bloccare l'ingresso di microrganismi. Il tutto in meno di 0,5 mm di spessore, precedendo quindi, in ambito tecnologico, i recenti sviluppi scientifici offerti dalla scienza dei materiali e delle nanotecnologie.



4. Simulazione del processo di formazione del tubo e, da questo, dei pacchetti.

All'interno della macchina confe-



2. Sistema a ganasce della nuova piattaforma A3/flex.

pato. L'utilizzo di questa tecnologia non richiede alcun supporto fisico. È quindi possibile valutare diverse soluzioni concettuali ed evidenziare quindi le possibili criticità del progetto. In particolare il livello di qualità ottenibile, i costi e i tempi di sviluppo, le specifiche di parti o sistemi, la determinazione delle possibili condizioni di funzionamento critico sono strettamente correlate al livello di conoscenza ottenuto sul prodotto/sistema in via di sviluppo. Queste informazioni devono tuttavia giungere tempestivamente. Tanto più tardi ripensamenti o modifiche so-

zionatrice il nastro di materiale da confezionamento, svolto dalle bobine, cui accennato in precedenza, deve essere sterilizzato, mediante contatto con un bagno di perossido a temperatura e per un intervallo di tempo prefissati, piegato fino a formare un tubo, che è sigillato longitudinalmente mediante calore generato per induzione elettromagnetica nello strato di alluminio, direttamente all'interno del materiale da confezionamento, e quindi riempito di prodotto alimentare liquido.

Il tubo, ripieno di liquido, viene quindi suddiviso in pacchetti di forma e peso fissati e sigillato trasversalmente mediante interazioni elettro-meccaniche con organi della macchina confezionatrice.

L'implementazione e il miglioramento continuo dei processi sopra accennati richiedono conoscenze specialistiche e peculiari del busi-



ness Tetra Pak, internamente note come "core competences". Altre competenze, indispensabili per lo sviluppo dei prodotti e del business gestito da Tetra Pak, presentano maggiori analogie con quelle disponibili presso altre realtà operanti nel settore delle macchine automatiche. Queste ultime riguardano la progettazione meccanica, automatica e il collaudo delle macchine confezionatrici e sono internamente note come "product development competences".

CRITICITÀ E SOLUZIONI PROPOSTE

Un corretto impiego della tecnologia CAE richiede strumenti software ed hardware appropriati, competenze e una organizzazione interna opportunamente progettata.



5. Modello ad elementi finiti per la verifica del telaio di una macchina riempitrice.



La disponibilità di potenza di calcolo è un vincolo sempre meno stringente. Proprio i recenti sviluppi informatici hanno supportato la diffusione della tecnologia CAE. Diversi programmi di calcolo sono disponibili in commercio per affron-

tare numerose tipologie di problemi. Il loro costo è spesso non trascurabile, ma pur sempre accessibile per la maggior parte delle aziende.

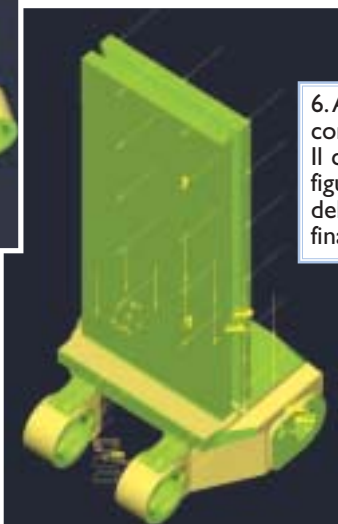
Tetra Pak Carton Ambient dispone di diversi strumenti per l'indagine

strutturale, "multibody", fluidodinamica, elettromagnetica e a campi fisici accoppiati.

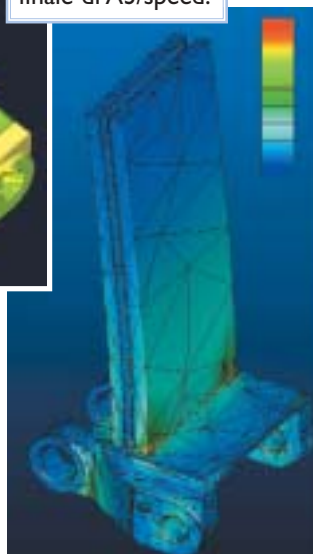
Le criticità maggiori riguardano quindi tanto le risorse quanto l'organizzazione aziendale.

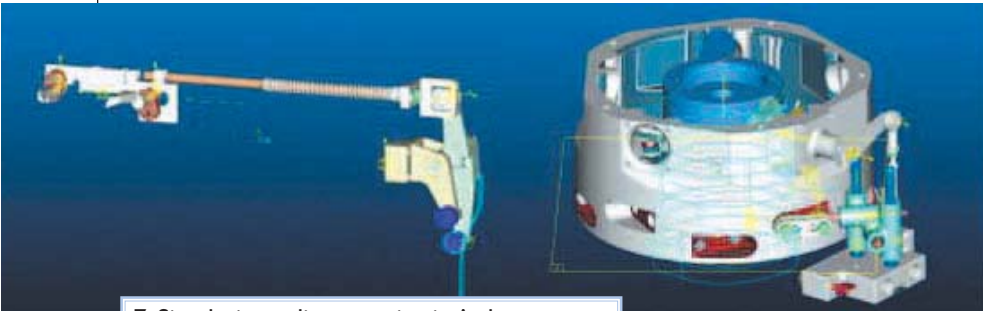
Le "core competences" sono interessate all'utilizzo di tecniche di "Virtual Prototyping" che richiedono l'impiego di strumenti di analisi complessi. Nello stesso tempo, queste ultime devono acquisire, mantenere e accrescere la conoscenza sui processi fisici e tecnologici alla base del business Tetra Pak. Tuttavia acquisire competenze specialistiche in entrambi gli ambiti sopra elencati è particolarmente oneroso.

Tetra Pak Carton Ambient ha affrontato il problema introducendo una organizzazione aziendale che prevede, accanto alla "core competence", una figura differente: il "calculation engineer". Questo ultimo deve acquisire e mantenere la competenza sui programmi di simulazione. Il "calculation engineer" sviluppa, in collaborazione con la "core competence" interessata un modello di calcolo parametrico. La "core competence" a sua volta riceve unicamente le nozioni inerenti il programma di simulazione necessarie per aggiornare le variabili di ingresso e



6. Analisi di componenti solidi. Il componente in figura è parte della piegatrice finale di A3/speed.





7. Simulazione di meccanismi. A destra è possibile notare il meccanismo che guida i "folding flaps" in una macchina riempitrice TBA/19, a sinistra il meccanismo di una macchina applicatrice di tappi.

per interpretare correttamente i risultati ottenuti.

Questo approccio ha portato, fra l'altro, a simulare il processo di formatura del tubo e, a partire da quest'ultimo, del contenitore. L'analisi è fortemente non lineare e tratta un materiale con comportamento complesso. Alcuni risultati sono riportati in figura 4. Altri esempi di "virtual prototyping", sviluppati in Tetra Pak Carton Ambient, riguardano la simulazione del processo di sigillatura, del processo di stampaggio dei tappi in plastica, del funzionamento di componenti in gomma e molti altri aspetti.

I progettisti meccanici richiedono lo sviluppo di modelli concettualmente più semplici, anche se l'integrazione della tecnologia CAE in ambito progettuale presenta difficoltà ancora maggiori rispetto a quelle viste per il "virtual prototyping".

In primo luogo il progettista meccanico deve assolvere diversi compiti e non utilizza quindi con regolarità lo strumento di simulazione. Trovare il tempo per svolgere attività di formazione sui programmi di simulazione e il necessario periodo di tirocinio interno può quindi essere molto complesso. Le nozioni acquisite a fatica sono quindi perse in seguito a un lungo inutilizzo.

Tetra Pak Carton Ambient ha quindi affrontato il problema dotandosi di una opportuna organizzazione e sviluppando un approccio, nei confronti della formazione sui programmi di calcolo, originale e in-

novativo rispetto a quello usualmente proposto dai distributori dei programmi stessi. Il progettista meccanico è, in virtù della superiore

conoscenza sul prodotto, del numero elevato dei modelli da sviluppare e del carattere qualitativo richiesto ai risultati, la persona maggiormente indicata a realizzare i modelli di simulazione di proprio interesse.



8. Assieme del sistema a ganasce per una macchina riempitrice TBA/21.

Il "calculation engineer" supporta il progettista meccanico mediante la realizzazione di "guidelines", oltre che mediante le usuali azioni di supporto. Le "guidelines" sono focalizzate su di un particolare compito progettuale e introducono l'utilizzo ottimale degli strumenti CAD e CAE a disposizione di Tetra Pak in relazione al particolare compito assegnato. Queste partono sempre da esempi tratti dall'esper-

ienza aziendale, che presenteranno marcate analogie con l'oggetto in corso di sviluppo. Sono realizzate in formato Html, costantemente aggiornate alle ultime versioni dei programmi utilizzati e consultabili attraverso il sito Intranet aziendale.

Le guidelines costituiscono infine materiale di formazione interna. Il progettista meccanico riceve unicamente le informazioni, inerenti diversi strumenti, necessarie per compiere un determinato compito progettuale e può quindi essere introdotto in maniera graduale e sicura all'impiego di tecniche di simulazione.

Esempi di guidelines realizzate o in corso di realizzazione riguardano la progettazione di telai saldati, come mostrato in figura 5, la progettazione di componenti solidi, come

quelli mostrati in figura 6, la sintesi di nuovi meccanismi, come quelli introdotti in figura 7 e, infine, la realizzazione di modelli "multi-body" a partire da modelli CAD con numerosi componenti (circa 7000 nell'assieme di figura 8).

R. Borsari, M. Poppi, Tetra Pak Carton Ambient, Modena.