



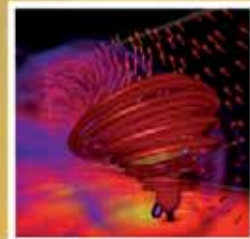
Seminario: Impatto del CAE sull'innovazione di prodotto-processo: la 'design chain' secondo EnginSoft

Seminario: Il progetto della macchina utensile: può essere il CAE la chiave dell'innovazione?

## Multi-Objective Optimization and Decision Making Process in Engineering Design



Simulazione Multibody in ANSYS 11.0



Simulation-Based Engineering Science. Quale futuro?



Innovazione Presse: SACMI punta all'ottimizzazione automatica con modeFRONTIER

Nuova release ANSYS CFX 11.0





**VIRTUAL PROTOTYPING.  
EASIER WITH HP.**

HP brings you more innovative, effective solutions of High Performance Computing. Industry standard systems which combine power, scalability, ease of use and simplicity of management with real economic advantages. And users can get advice from professionals with consolidated experience in the areas of Research and Products Development from Universities, Research Centers and Engineering Departments. Only HP can make your life so easy when it comes to choosing a High Performance Computing system. If you have plans for the future, contact us.

For more information  
[www.hp.com/go/hptc](http://www.hp.com/go/hptc)



# EnginSoft Flash

When looking at the CAE market and its evolution, those who work in production or who are involved in such, may wonder and ask legitimate questions, such as:

- What are the expected short and midterm developments, that is: how will computer simulation technologies advance scientific understanding and incorporate the same into new approaches for problems in the engineering domain?
- Will the investments made by technology providers – who are continuously engaged in a merger-and-acquisition race for industry dominance – lead to higher quality and more productive solutions? And if so, what are these solutions?
- How can the complex business, organisational, cultural and technological challenges involved in the implementation of CAE technologies across the design and production processes, be overcome?
- What skills are necessary and are they available? What career opportunities can be offered by the CAE market?
- How can the considerable costs for virtual prototyping technologies be justified, when payback may take years?
- Would it be better to acquire technologies or to sub-contract simulation activities?



**Ing. Stefano Odorizzi**  
**General Manager EnginSoft**

EnginSoft is pleased and proud to contribute, inform, upgrade, and to debate on the above points. The Newsletter is one of the company's means for achieving high standards and objectives in technology information exchange.

In this issue, the first question is addressed in a summary report about the study on the trends in Simulation-Based Engineering Science published by the corresponding US Science Foundation Blue Ribbon Panel. The second point is dealt with in a variety of articles, e.g. the developments of commercial software in various sectors, or the dynamics of companies, such as Ansys, Fluent, FTI, Magma, Transvalor, and other.

Topics related to knowledge and skills are addressed in the section dedicated to the basics of technology. The article in question deals with multi-objective optimization and decision-making processes in engineering design, plus learning initiatives and also provides related readings.

The assessment of the business case for investing in computational technologies, their payback, the management of tradeoffs between simulation, test and measurements, are discussed in a number of industrial case histories and testimonials.

The Newsletter is also the medium to inform about the EnginSoft group life and activities. As such, it includes information not only on the various initiatives which are planned for the next months, but also on the advances in projects and technologies supported primarily by modeFRONTIER.

In conjunction with the editorial team, I hope you will enjoy reading this first Newsletter issue of 2007. As always, we encourage our readers to provide feed-back - it will contribute to the quality of the Newsletter. We appreciate your comments on the various articles in this issue and any suggestions you may have for future publications.

For any comments or suggestions, please email the Editorial Team at: [eventi@enginsoft.it](mailto:eventi@enginsoft.it)

Stefano Odorizzi  
Editor in chief

## Newsletter EnginSoft Anno 4 n° 1 - Primavera 2007

Per ricevere gratuitamente una copia delle prossime Newsletter EnginSoft, si prega di contattare il nostro ufficio marketing:

newsletter@enginsoft.it

Tutte le immagini utilizzate sono protette da copyright. Ne è vietata la riproduzione a qualsiasi titolo e su qualsiasi supporto senza preventivo consenso scritto da parte di EnginSoft.

### Publicità

Per l'acquisto di spazi pubblicitari all'interno della nostra Newsletter si prega di contattare l'ufficio marketing: newsletter@enginsoft.it

### EnginSoft S.p.A.

24124 BERGAMO Via Galimberti, 8/D  
Tel. +39 035 368711 • Fax +39 035 362970

50127 FIRENZE Via Panciatichi, 40  
Tel. +39 055 4376113 • Fax +39 055 4223544

35129 PADOVA Via Giambellino, 7  
Tel. +39 49 7705311 • Fax 39 049 7705333

72023 MESAGNE (BRINDISI)  
Via Marconi, 207  
Tel. +39 0831 730194 • Fax +39 0831 730194

38100 TRENTO Via Malfatti, 21  
Tel. +39 0461 915391 • Fax +39 0461 915926

www.enginsoft.it  
e-mail: info@enginsoft.it

### SOCIETÀ PARTECIPATE COMPANY INTERESTS

ES.TEC.O.  
34016 TRIESTE  
Area Science Park • Padriciano 99  
Tel. +39 040 375548 • Fax +39 040 375549  
www.esteco.it

CONSORZIO TCN  
38100 TRENTO  
Via Malfatti, 21  
Tel. +39 0461 915391 • Fax +39 0461 915926  
www.consorziotcn.it

ESTECO GmbH - Germany  
ESTECO UK - United Kingdom  
ESTECO France - France  
ESTECO Nordic - Sweden  
Aperio Tecnologia en Ingenieria - Spain  
http://network.modefrontier.eu

### ASSOCIAZIONI PARTECIPATE ASSOCIATION INTERESTS

NAFEMS  
24124 BERGAMO  
Via Galimberti, 8/D  
Tel. +39 035 368711 • Fax +39 035 362970  
www.nafems.it

TECHNET ALLIANCE  
www.technet-alliance.com

## Prossimi appuntamenti: seminari 2007

I principali eventi programmati da EnginSoft per il 2007 sono elencati di seguito. Maggiori informazioni saranno disponibili a breve sul sito EnginSoft ([www.enginsoft.it](http://www.enginsoft.it)).

**Impatto del CAE sull'innovazione di prodotto-processo:  
la 'design-chain' secondo EnginSoft.** – Seminario, 15 Marzo 2007

**Il progetto della macchina utensile: può essere il CAE la chiave  
dell'innovazione?** – Seminario, 13 Aprile 2007

**Applicazioni CAE per l'ingegneria ferroviaria.  
Dal sistema al dettaglio** – Seminario, 15 Maggio 2007

**Opere speciali in ingegneria civile. Valorizzazione del calcolo attrav-  
verso l'integrazione nel processo progettuale e realizzativo**  
Seminario, 21 Settembre 2007

Per ulteriori informazioni:  
Luisa Cunico - Responsabile Marketing  
eventi@enginsoft.it

### Esordio di FEMARCH: un successo.

A BUILDEXPO, Salone dell'Architettura e delle Costruzioni, Fieramilano 6-10 Febbraio 2007, una serie di conferenze ed una mostra fotografica per dare evidenza di come, a volte, il calcolo possa esaltare la libertà ed il valore della concezione architettonica, contribuendo a dar vita alla forma perfetta.

FEMARCH-07, MODELLI DI CALCOLO PER L'ARCHITETTURA. Così titolava una serie di conferenze svolte nel contesto del salone dell'Architettura e delle Costruzioni. Si è trattato di un esperimento di comunicazione nuovo, accolto con molto interesse dai partecipanti. In pratica una serie di incontri, accompagnati da una mostra fotografica, in cui responsabili coinvolti nella realizzazione di opere di architettura di primario rilievo mondiale ne danno, in parallelo alla lettura architettonica, la lettura strutturale, formalizzata da modelli al computer. Tra i relatori, l'ing. Luca Romano ha presentato i modelli relativi al progetto della torre Vecchia Darsena a Savona, dell'architetto Ricardo Bofill; l'ing. Claudio Toniolo ha discusso del Centro Direzionale De Cecco a Pescara, progettato da Massimiliano Fuksas; il prof. Paolo Venini, dell'università di Pavia, ha illustrato ampiamente le indagini numeriche e sperimentali condotte per la definizione dello stato tensionale e deformativo dell'ala est del Castello Visconteo di Pavia; gli ing. Alessandro Catanzano ed Loris Ziero, e l'arch. Chiara Romaro hanno presentato i tre ponti per lo scavalco dell'autostrada A1 e della linea ad Alta Velocità a Reggio Emilia, progettati da Santiago Calatrava; gli stessi, con Daniele Schiavazzi, hanno trattato di vari aspetti, di assieme e di dettaglio, della copertura dello Stadio Olimpico di Atene, pure progettata da Santiago Calatrava, ed in cui il ricorso alla modellazione è stato fondamentale per consentire il montaggio nei tempi strettissimi che la realizzazione ha richiesto; l'ing. Andrea di Santolo ha, poi, presentato il progetto esecutivo della Hypo-Aple-Adria Bank ad Udine, dovuto a Thom Mayne. Ha chiuso la serie di relazioni l'ing. Harri Siebert, che ha entusiasmato i presenti con i modelli del complesso museale MARTa a Herford, progettato da Frank Gehry, e le cui forme sono, di per sé, indice di quanto sia indispensabile il ricorso al modello virtuale.

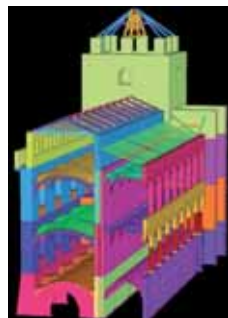


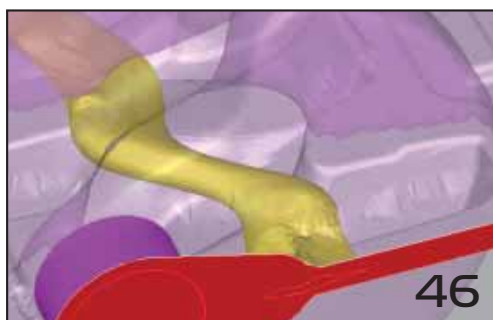
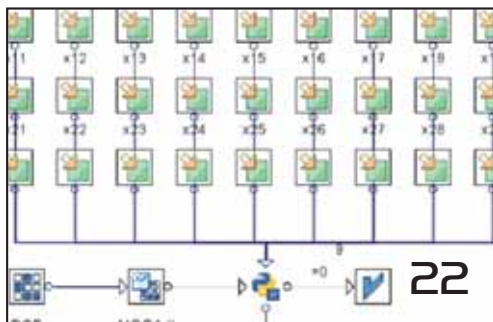
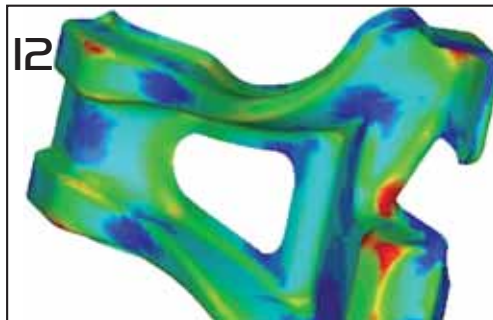
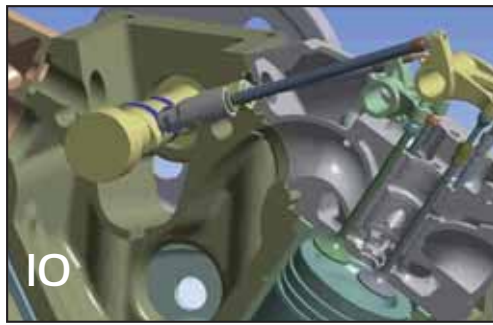
Immagine desunta dalla relazione del prof. Paolo Venini, relative ai modelli utilizzati per lo studio dello stato tensionale e deformativo dell'ala est del Castello Visconteo a Pavia.

Il successo della manifestazione è indice della sua validità, e può essere stimolo, per gli organizzatori, a considerare future edizioni, contribuendo così ad affermare – come dovrebbe essere – il modello strutturale al computer come linguaggio stesso del progettare: linguaggio universale, comune e comprensibile per tutte le figure professionali coinvolte.

Per maggiori informazioni:  
[www.hsh.info](http://www.hsh.info)



# Sommario - Contents



<b>6</b>	ANSYS CFX 11.0	NOVITA SOFTWARE
<b>8</b>	ANSYS ICEM 11.0	
<b>10</b>	Simulazione Multibody in ANSYS 11.0	
<b>12</b>	Forming Suite v5.0	
<b>14</b>	Impatto del CAE sull'innovazione di prodotto-processo: la 'design chain' secondo EnginSoft	EVENTI
<b>15</b>	Il progetto della macchina utensile: può essere il CAE la chiave dell'innovazione?	
<b>16</b>	Seminario sulle potenzialità e la semplicità delle soluzioni Microsoft per l'High Performance Computing	
<b>17</b>	modeFRONTIER sponsors LION 2007	CASE HISTORY
<b>18</b>	Innovazione Presse - SACMI punta all'ottimizzazione automatica con modeFRONTIER	
<b>20</b>	Analisi CFD a supporto della progettazione di un'automobile che rispetti l'ambiente	
<b>22</b>	Multi-Objective Optimization and Decision Making Process in Engineering Design	
<b>26</b>	Nuovo sito della rete Europea di modeFRONTIER	MODEFRONTIER
<b>27</b>	News from the modeFRONTIER Community	
<b>28</b>	modeFRONTIER Event Calendar	
<b>29</b>	Introduction to Automatic Topology and Shape Optimization in CFD	
<b>30</b>	Electrolux: soluzioni innovative per rendere la vita più semplice	PROGETTI
<b>32</b>	Simulation-Based Engineering Science. Quale futuro?	
<b>36</b>	P.I.T.I.S. - CFD (Progettazione Integrata con Tecniche di Ingegneria della Sicurezza & Computational Fluid Dynamic)	
<b>37</b>	La simulazione del processo di cataforesi: la conclusione del "pilot project" presso Fiat S.p.A.	
<b>39</b>	HUM (Honda of the UK Manufacturing Ltd) adotta FTI COSTOPTIMIZER	REVISIONI
<b>40</b>	Come ottenere getti con prestazioni migliori	
<b>42</b>	La simulazione delle lavorazioni per asportazione di truciolo nel mondo dell'industria	
<b>44</b>	EnginSoft diventa azionista di Compoengineering Inc.	
<b>45</b>	EnginSoft parteciperà in modo attivo al JEC Composites Show 2007	REVISIONI
<b>46</b>	Identificare e risolvere i difetti di stampaggio con la simulazione: l'esperienza di Riganti con FORGE®	
<b>50</b>	Engineering Analysis with ANSYS Software	
<b>51</b>	TCN SB&ES Series - Manuale dell'innovazione	

# ANSYS CFX 11.0

ANSYS Inc. ha annunciato, all'inizio del 2007, l'uscita ufficiale della nuova release ANSYS CFX 11.0. Elenchiamo alcune tra le principali novità:

## Interazione Fluido-Struttura (FSI)

Allo stato attuale ANSYS Inc. fornisce il software per le analisi di interazione fluido-struttura più avanzato al mondo. La crescente integrazione di CFX dentro la piattaforma di lavoro ANSYS

## CFX-Pre e CFX-Post

L'obiettivo del team di sviluppo di ANSYS CFX è quello di rendere più semplice, rapido e intuitivo agli occhi dell'utente l'intero flusso di lavoro che riguarda una simulazione CFD, dalla sua impostazione al post-processing dei risultati. Per questo motivo i due ambienti di CFX-Pre e CFX-Post sono stati resi il

## È uscita la nuova release ANSYS CFX 11.0

Workbench ha consentito un ulteriore miglioramento delle tecniche di passaggio dati tra le simulazioni fluidodinamiche e le analisi strutturali. Entrambe le modalità di simulazione FSI (one-way e two-way) sono possibili e l'intero processo è stato notevolmente semplificato, dal setup delle analisi al post-processing dei risultati. L'impostazione di una simulazione FSI è svolta quasi interamente all'interno di CFX-Pre, mentre CFX-Post diventa l'ambiente di post-processing unico, sia per le analisi CFD che per quelle FEM. Anche CFX-Solver Manager diventa uno strumento unificato per monitorare non solo la convergenza del calcolo CFD, ma anche l'andamento dell'analisi FEM accoppiata.

più possibile consistenti: le due interfacce sono praticamente simili (se non identiche, per certi aspetti).

## CFX-Pre

In particolare l'ambiente di CFX-Pre è stato ulteriormente semplificato, soprattutto nella modalità di presentazione dei dati di input (setup fisica e condizioni al contorno) e nella manipolazione delle mesh importate (editing di regioni 2D e 3D). Tra le altre novità segnaliamo la riscrittura del linguaggio CEL (CFX Expression Language) con l'introduzione di nuove funzioni (es. l'operatore "inside", le funzioni di Bessel) e, su richiesta degli stessi utenti, il cambio di nome di alcune funzioni algebriche comuni, ad es.  $\log()$  per il logaritmo a base 10 e  $\ln()$  per il logaritmo naturale, al posto rispettivamente di  $\log_{10}()$  e  $\log_e()$ , e la possibilità di importazione di mesh di grandi dimensioni, ben oltre i 400 milioni di elementi (CFX-Pre è stato addirittura testato con oltre 1 miliardo di elementi tetra!).

## CFX-Post

Da segnalare sicuramente tra le novità più

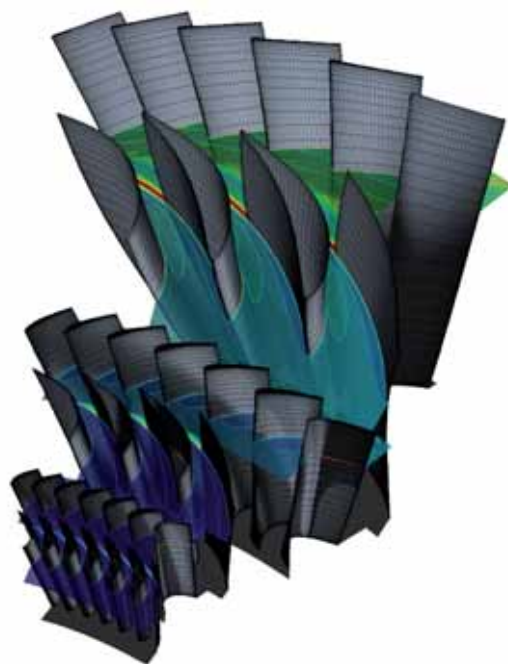


Figura 1 - Turbina a vapore

importanti la generazione automatica di un report tecnico in formato html, completo di tabelle, grafici, figure e commenti e che riassume in modo semplice, chiaro e dettagliato ogni aspetto della simulazione CFD (dati di input, caratteristiche della mesh, risultati e prestazioni). Un altro aspetto interessante è la possibilità di caricare in CFX-Post, due o più file dei risultati contemporaneamente, comodo ad esempio per un post-processing rapido e soprattutto per un confronto immediato tra diverse configurazioni analizzate. Inoltre a seguito da parte di ANSYS dell'acquisizione di FLUENT, CFX-Post può postprocessare i risultati dei solutori della famiglia FLUENT e potrà a breve essere considerato un CFD-Post.

## CFX-Solver

Il solutore è stato reso più veloce rispetto alla precedente release di circa il 20%, soprattutto per le analisi tipicamente più lente come quelle multifase. Anche l'allocazione di memoria è stata ridotta a parità di analisi all'incirca della stessa percentuale (20%, ma in alcuni casi anche del 25%). Notevoli le prestazioni nel caso di simulazioni con

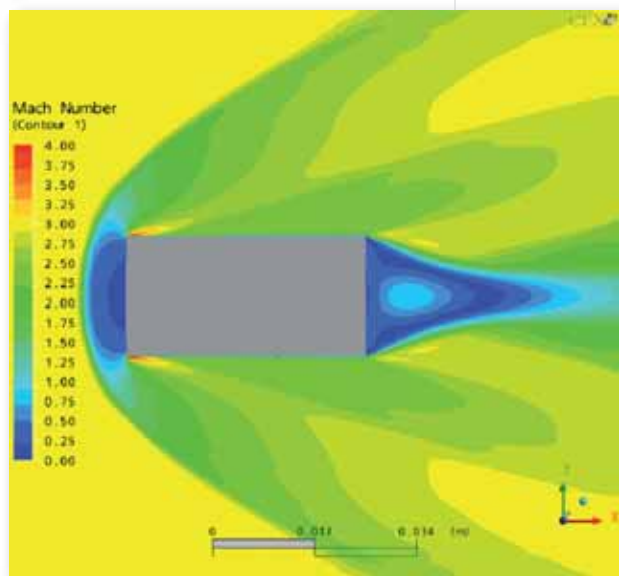


Figura 2 - Flusso supersonico che investe un cilindro



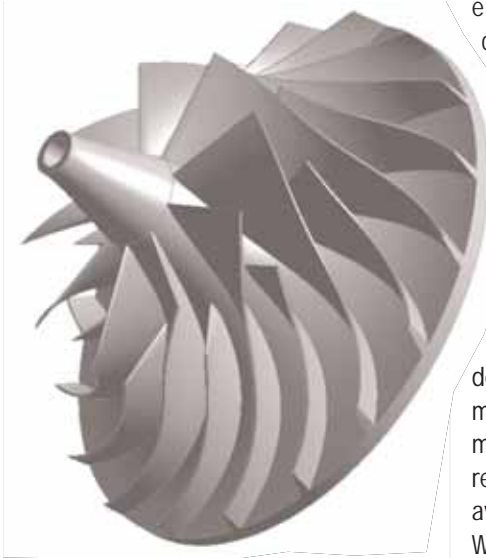


Figura 3 - Compressore centrifugo

modelli di radiazione di tipo ray tracing (es. Monte Carlo): la riscrittura dell'algoritmo di tracing ha portato ad un impressionante speed up (di un fattore che può arrivare fino a 10!), per la sola radiazione) delle analisi con la release 11.0 rispetto ad ANSYS CFX 10.0.

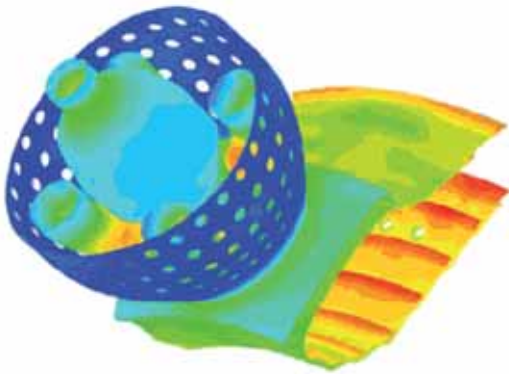


Figura 5 - Distribuzione di temperatura sulle superfici di una camera di combustione

### Turbolenza

È stato definitivamente completato e validato il modello di turbolenza SAS (Scale Adaptive Simulation), evoluzione del precedente modello DES ed adatto per le analisi CFD instazionarie di flussi nei quali le simulazioni steady-state non sono sufficientemente accurate e non descrivono propriamente la vera natura del fenomeno fisico analizzato.

### Turbomacchine

È stato integrato dentro CFX-BladeModeler un tool (Vista CPD e CCD) molto utile per il pre-design di pompe

e compressori centrifughi. Nel caso delle pompe viene fornito in automatico anche il dimensionamento della voluta. Di fatto queste nuove "utilities", richieste da molti utenti all'interno di BladeModeler, portano il software molto vicino alle problematiche progettuali di dimensionamento iniziale della turbomacchina che, insieme alla sua integrazione automatica con CFX ed ANSYS, lo rendono uno dei "tool" più avanzati del settore. In ANSYS Workbench è stato inoltre inserito un particolare "task" automatico, denominato "TurboSystem" e dedicato alla rapida simulazione di una turbomacchina (singolo canale interpalare). Il flusso di lavoro è completo: dal design (New Blade Model) alla generazione della mesh (New Blade Mesh), dal setup della simulazione (TurboPre Mode) all'esecuzione del calcolo (New Blade CFD Simulation), includendo anche il post-processing e la generazione automatica di un breve report che riassume le prestazioni della turbomacchina analizzata.

### Multifase

Tra gli aspetti più importanti segnaliamo il nuovo algoritmo di risoluzione che accoppia le frazioni di volume al campo di velocità e pressione: quindi, ora, non solo le equazioni della massa e della quantità di moto sono accoppiate, ma ad esse si aggiungono anche le equazioni delle frazioni di volume di ciascuna fase. Ne consegue una maggior stabilità e robustezza del solutore ed un netto miglioramento della convergenza dei risultati (indipendente anche dalla fittezza della mesh), soprattutto nelle applicazioni multifase con formulazione euleriana. Questa "feature" è una caratteristica unica di CFX, che porta il

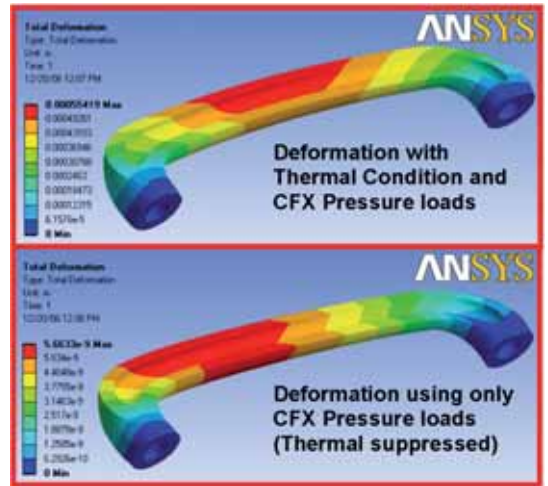


Figura 4 - Esempio di Interazione Fluido-Struttura (FSI)

solutore ad essere sempre più il riferimento e lo stato dell'arte per queste tipo di problematiche.

Queste ed altre novità, come l'introduzione di nuovi modelli di combustione (Burning Velocity Models, BVM) e l'estensione dei modelli preesistenti (Eddy Dissipation Models, EDM), l'evoluzione dei modelli multifase con "particle tracking" e lo spray di particelle con l'introduzione dei primi modelli di atomizzazione, nuovi trattamenti per i gas reali, l'ulteriore sviluppo delle mesh mobili, l'aggiunta di nuove opzioni per le condizioni al contorno (l'entalpia totale può essere ora specificata come condizione al contorno per l'equazione dell'energia, possibilità di assegnare condizioni di inlet e outlet supersonici anche per flussi multifase) e tante altre nuove "feature", potranno essere apprezzate dai nostri utenti all'interno di ANSYS CFX 11.0.

Per informazioni:

Ing. Fabio Zanoletti  
info@enginsoft.it

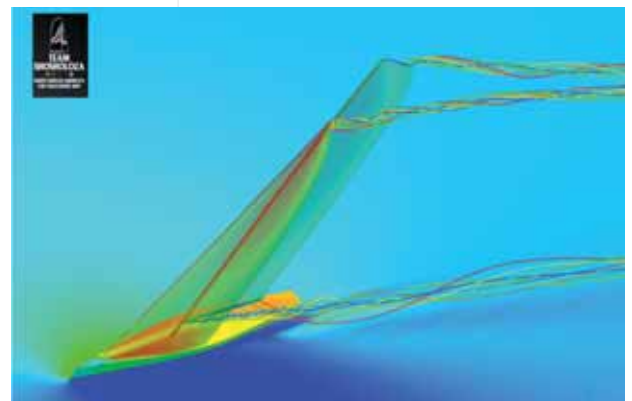


Figura 6 - Courtesy America's Cup South African Team Shosholozia



# ANSYS ICEM 11.0

È uscita, a febbraio, la release 11.0 dei prodotti ANSYS. In essa risulta migliorato ed aggiornato anche ICEM CFD / AI\*Environment., applicativo multidisciplinare per la generazione di griglie di calcolo.

Anche per questo prodotto, la nuova release persegue la filosofia di sviluppo della logica ANSYS: quella di avere gli

dei file più snella ed organica, agevolandone così ulteriormente l'integrazione all'interno di un logica di workflow in ANSYS-Workbench;

- fornire uno strumento con gerarchie di utilizzo nei menu del GUI, da bassi livelli di complessità per applicazioni semplici con ridotto intervento utente, ad alti livelli di

ottimizzarne il funzionamento per griglie di calcolo di grande dimensioni;

- la possibilità di utilizzare ICEM Prism anche per mesh hex-core;
- il re-meshing di superficie localizzato.

Accanto a questi interventi vi sono stati introdotti nuovi algoritmi di meshatura, e precisamente:

- T-GRID, algoritmo Bottom-Up per la generazione di griglie ibride. Il meshatore è automatico e, partendo da una discretizzazione spaziale di

## È uscita la nuova release ANSYS ICEM 11.0

applicativi sempre meglio integrati fra loro offrendo così uno strumento effettivamente interdisciplinare, a disposizione di utenti con le più disparate esigenze di meshatura.

Accanto al progetto di sviluppo del prodotto più ampio, che segue le ambizioni di cui sopra, vi sono naturalmente una serie di innovazioni che si possono sintetizzare in tre classi di novità:

- novità della struttura;
- novità negli algoritmi;
- novità FEA.

### NOVITÀ DELLA STRUTTURA:

#### Unified Meshing

L'impostazione è quella di prendere il meglio delle tecnologie di meshatura attualmente disponibili e renderle utilizzabili dall'utente in maniera unificata. Questo scopo viene perseguito cercando di:

- rendere disponibile il meshatore opportuno a qualsiasi applicazione che lo richiede all'interno dell'ambiente ANSYS-Workbench;
- rendere i meshatori maggiormente "dipendenti dalla fisica", ossia orientare l'utente all'impiego dell'algoritmo di meshatura più adatto alla disciplina trattata ("PHYSICS BASED MESHING");
- rendere i meshatori sufficientemente consistenti con una gestione

accesso per applicazioni complesse che necessitano una maggiore competenza.

### NOVITÀ NEGLI ALGORITMI

Già dalla precedente versione, accanto ai tradizionali metodi Top-Down di ICEM Hexa e Octree di ICEM Tetra, sono stati implementati algoritmi Bottom-Up per la generazione di mesh "hexa-core" e "hexa-dominant", nonché l'algoritmo di Delaunay. Su questi metodi gli interventi migliorativi sono stati importanti; tra questi:

- la ri-scrittura di parte dell'algoritmo Delaunay in linguaggio C++ per



Figura 1 - Mesh hexa strutturata di un tratto arterioso con diramazioni secondarie

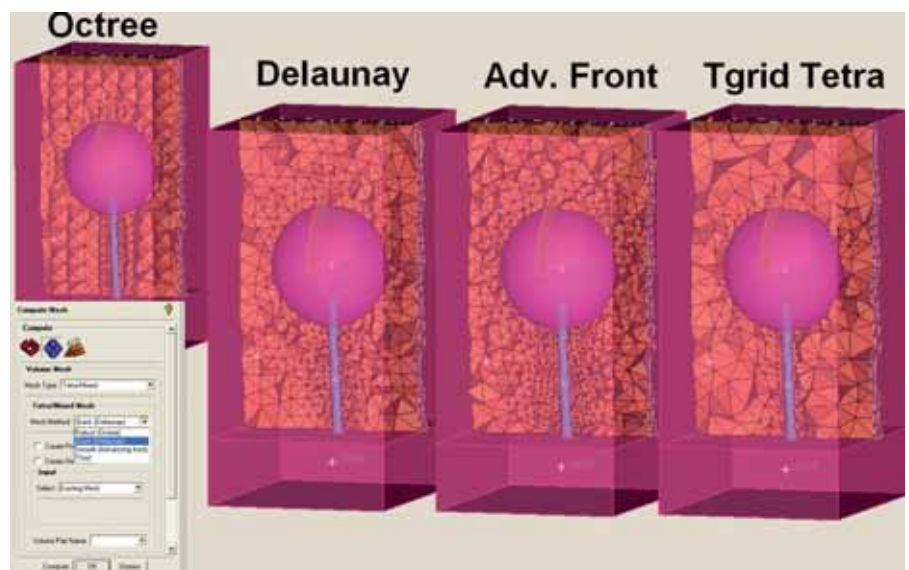


Figura 2 - I quattro algoritmi per mesh tetra disponibili in ICEM 11



superficie, genera il volume in automatico. Con l'introduzione di questo nuovo algoritmo, le possibilità di generazione di una mesh a tetraedri per un utente ICEM è, rispetto a qualche versione fa, enormemente più robusta e variata. È infatti ad oggi possibile con la 11.0, ottenere una mesh a tetraedri con quattro diversi algoritmi: Octree, Delanuy, AFI, T-GRID. Già presente in FLUENT da diverso tempo, l'implementazione di T-GRID all'interno di ICEM è coerente con l'ottica di "unificazione" dei prodotti ANSYS, che fa convergere nel prodotto di punta il meglio delle altre tecnologie di volta in volta acquisite. Nella fattispecie, l'implementazione di T-GRID in ICEM è resa possibile grazie all'acquisizione della FLUENT da parte di ANSYS.

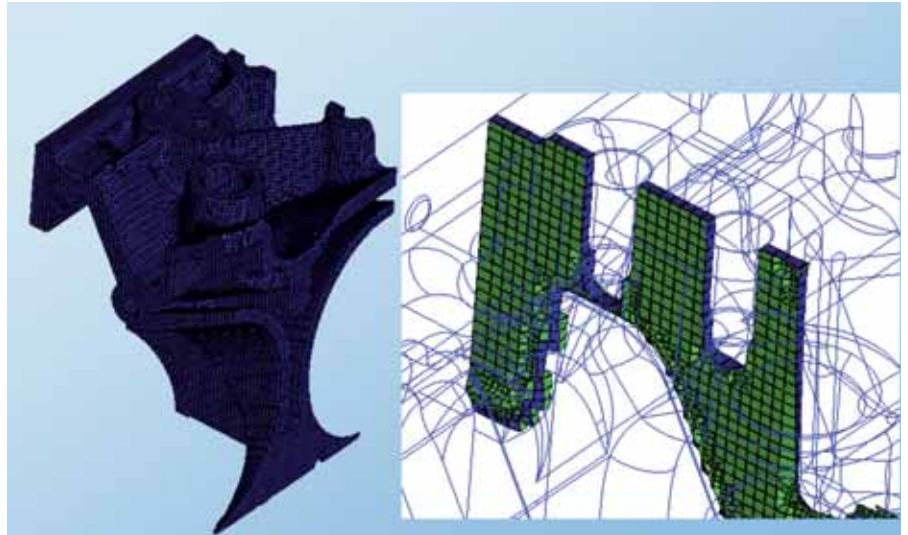


Figura 3 - Mesh ottenuta da BF-CART

- BF-CART, algoritmo Top-Down per la generazione automatica di griglie ad esaedri non strutturate. L'algoritmo implementato fornisce

uno strumento per generare mesh totalmente (o quasi totalmente) ad esaedri attraverso un approccio Body-Fitted di tipo cartesiano. Questo algoritmo ben si adatta a modelli a curvatura continua. La presenza infatti di zone spigolose puntali e/o superficiali sono risolte con approssimazioni locali.

#### NOVITÀ FEA:

Nell'ottica dell'UNIFIED MESHING sono state introdotte, od ulteriormente sviluppate, nella versione 11.0, varie funzionalità utili nella modellazione finalizzata all'analisi strutturale.

Tra queste, si elencano, sinteticamente:

- Elementi piramidali supportati per Abaqus;
- Aggiunti i "seatbelts" per LS-DYNA;
- MPCs per Nastran;
- "Gaskets" supportati sia per ANSYS che per Abaqus;
- Set di nodi "Weld" e "Constrained" generalizzati per LS-DYNA;
- Subcase Attivi/Inattivi per una veloce definizione del setup analisi FEA;
- Subcase supportati anche per ANSYS;
- Caratteristiche termiche dei materiali per Nastran.

Per informazioni:  
Ing. Luca Brugali  
info@enginsoft.it

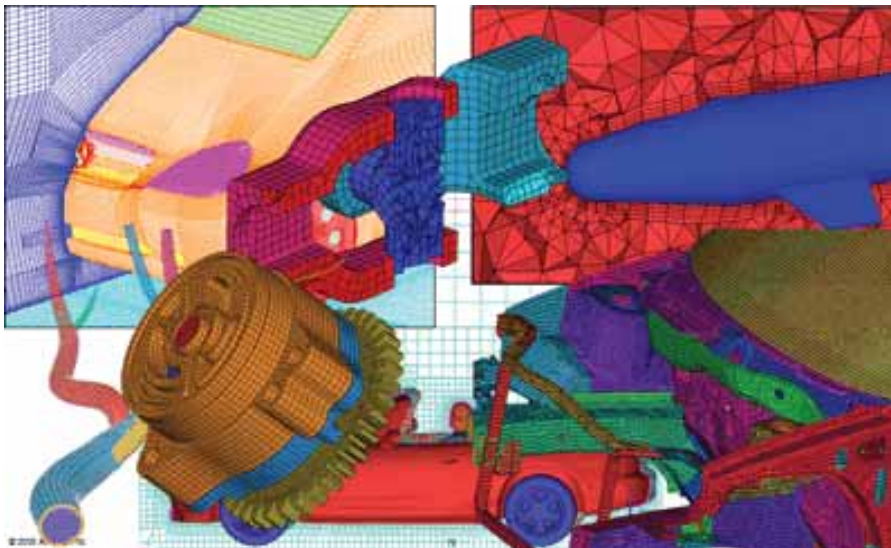


Figura 4 - I vari tipi di mesh in ANSYS ICEM

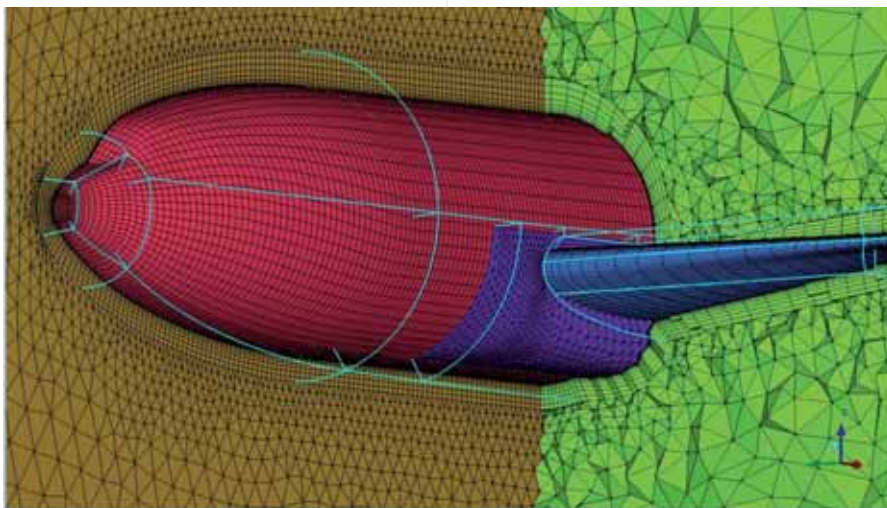


Figura 5 - Multizone meshing

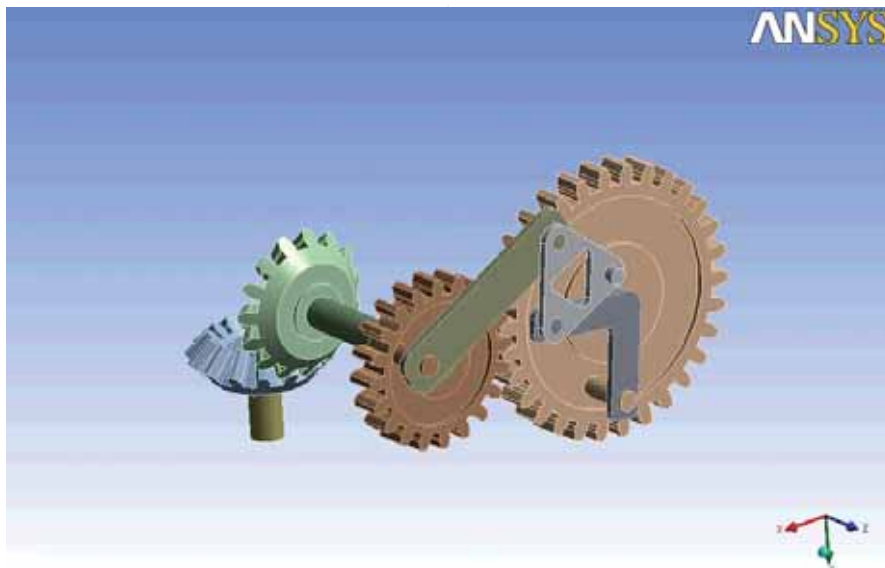


# Simulazione Multibody in ANSYS 11.0

## MULTIBODY DYNAMICS IN ANSYS 11.0

The long awaited release of ANSYS 11.0 is finally here. Chalk full of features, this release is one of the most significant in years. Among the many new features, improvements and enhancements a special mention can be given to the rigid and flexible multibody dynamics new suite. It allows to simulate the multi-body dynamics in the time domain starting directly from the models that are set up for the stress analysis. A remarkable step forward has been made as far as the automatic recognition of elements and the definition of boundaries are concerned. In this way, the non linear dynamic analysis can be characterized depending on how the different systems (rigid, flexible and hybrid ones) are involved in, making use of explicit and/or implicit solvers to reduce the process time. Some dedicated post-processing (visualization, data import and export) have been implemented, so as to allow a more sophisticated evaluation of the results.

Con il rilascio della versione 11.0, ANSYS estende lo spettro di analisi alle

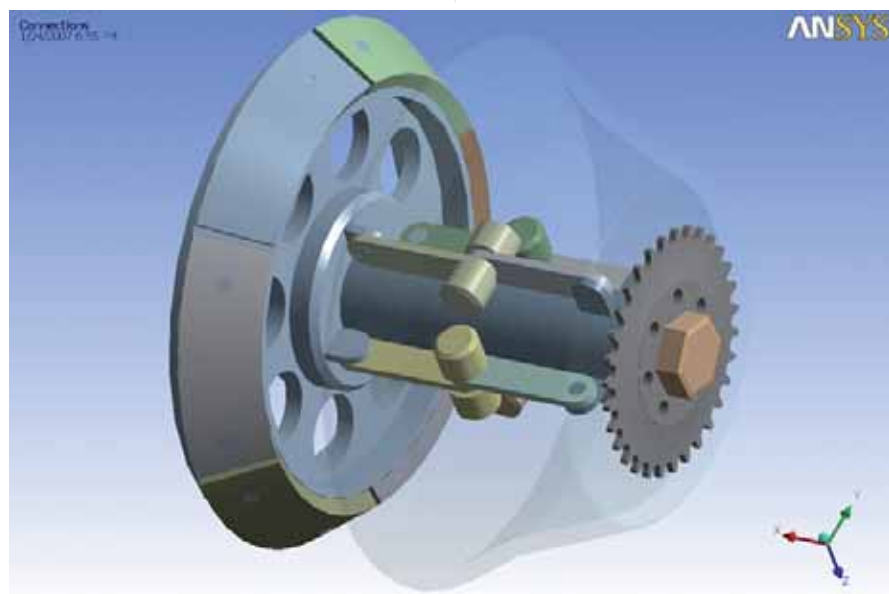


Modello a corpi rigidi di un rotismo

**Nella versione 11.0 di ANSYS Workbench, è possibile riprodurre il comportamento di un sistema meccanico articolato nel dominio del tempo, partendo dallo stesso modello concepito per le classiche verifiche strutturali.**

quali è possibile accedere rimanendo all'interno di un singolo ambiente Workbench. L'espansione delle potenzialità nel campo della dinamica non lineare, mette a disposizione dell'analista uno strumento di lavoro molto com-

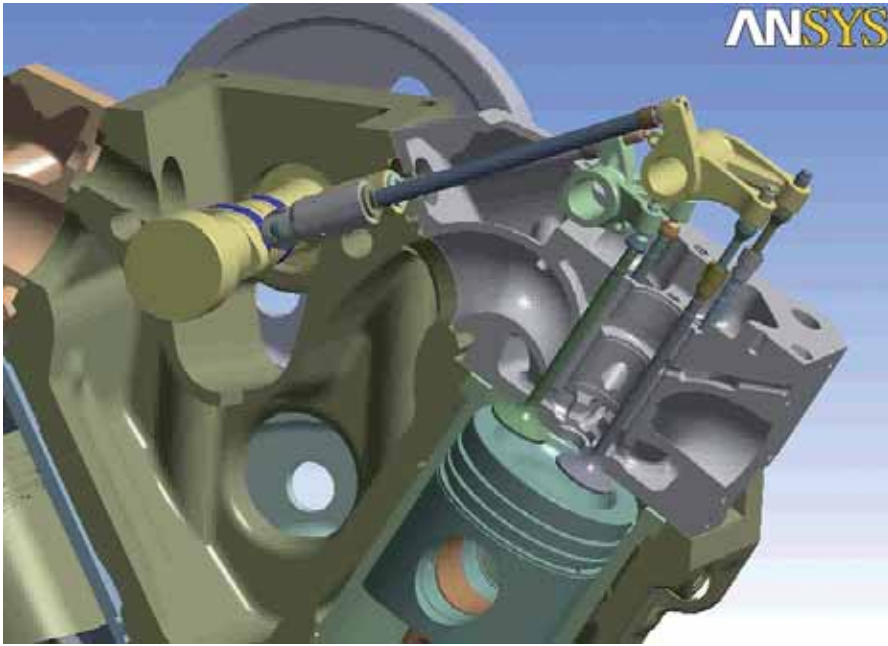
pleto, in cui l'analisi strutturale classica si integra sinergicamente con la simulazione cinetodinamica dei sistemi multi-corpo. Nella versione 11.0 di ANSYS Workbench, è possibile riprodurre il comportamento di un sistema meccanico articolato nel dominio del tempo, partendo dallo stesso modello concepito per le classiche verifiche strutturali.



Modello a corpi rigidi di una frizione

Un notevole passo avanti, con vantaggi che si proiettano sull'esecuzione di qualsiasi tipo di analisi, è stato compiuto nella gestione delle interazioni tra i corpi. Attraverso la creazione di "connessioni", in senso generalizzato, ora si possono definire sia i contatti, sia i giunti cinematici tipici del mondo multibody. Particolarmente apprezzabile è la possibilità di automatizzare il riconoscimento di entrambe le entità, sfruttando algoritmi interni capaci di individuare le peculiarità della geometria. L'utente è chiamato ad analizzare la conformità delle scelte compiute dal software per poi correggere e persona-





Modello di una testata motore con cinematismo delle punterie

lizzare giunti e contatti agendo sulle opzioni dell'interfaccia interattiva.

Naturalmente, analoghe potenzialità sono messe a disposizione anche per la definizione dei vincoli generalizzati, attraverso i quali si possono imporre leggi di moto.

Le analisi dinamiche non lineari si possono caratterizzare in base al modo con cui si descrive la risposta strutturale dei corpi coinvolti. Si possono creare sistemi a corpi rigidi, sistemi a corpi flessibili e sistemi ibridi.

Per i sistemi totalmente rigidi, la versione 11.0 di ANSYS mette a disposizione un solutore esplicito di nuova concezione, capace di ridurre notevolmente i tempi di integrazione. Inoltre, è inclusa una maschera di verifica allo scopo di facilitare la rimozione di vincoli ridondanti che causano iperstaticità. Allo stato attuale, il solutore multibody esplicito non può essere impiegato su modelli contenenti contatti, ma è prevedibile trovare queste funzionalità nella razionale evoluzione del software. Nonostante le limitazioni, questo strumento si presta a rapide valutazioni di funzionalità ed all'estrazione di informazioni fondamentali sulla dinamica complessiva.

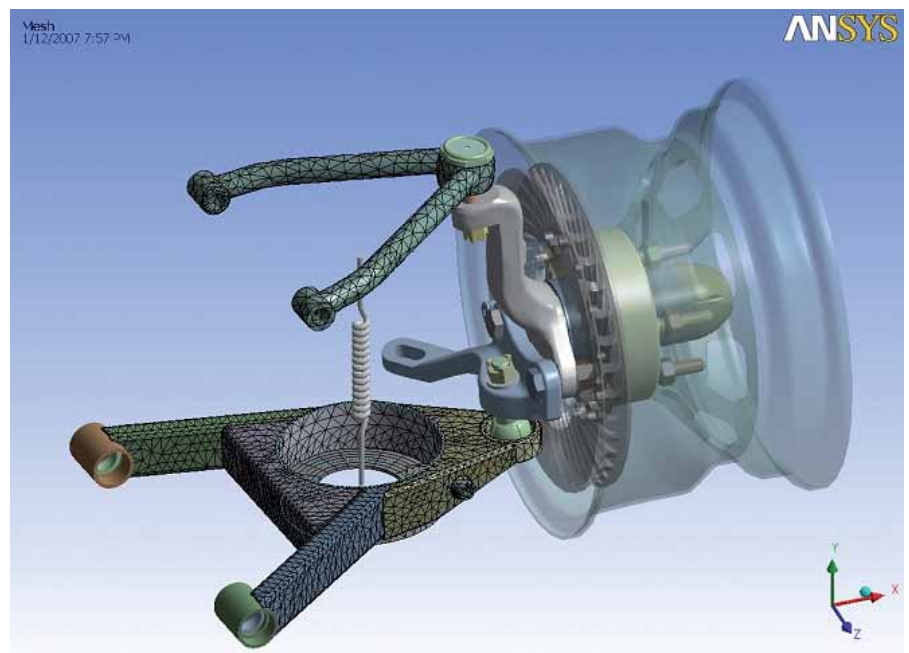
I sistemi a corpi flessibili ed i sistemi ibridi sono invece risolti con il collaudato e migliorato solutore implicito. In questo caso la velocità di soluzione è minore, ma è possibile affrontare problemi di maggiore complessità, come ad esempio la determinazione di sollecitazioni dinamiche in condizioni di iperstaticità. Il solutore implicito consente di includere nei modelli anche le interazioni di contatto tra i corpi, aumentando ulteriormente il campo di applicazione del software.

Naturalmente, l'uso del solutore implicito comporta tempi di calcolo superiori (in funzione delle dimensioni e della complessità del modello) ed è raccomandabile possedere una certa esperienza nel campo delle analisi statiche non lineari per risolvere eventuali problemi di convergenza numerica.

La sezione di post processing dei risultati è stata corredata di strumenti dedicati per poter visualizzare grandezze cinematiche e dinamiche sui corpi e sui giunti inseriti nel modello. Naturalmente, i risultati sono esportabili per consentire elaborazioni esterne più sofisticate.

In conclusione, si può affermare che, attraverso la versione 11.0 di Workbench, ANSYS entra definitivamente ed attivamente nel mondo della dinamica multi-corpo. Esaminando la qualità degli strumenti già disponibili è considerando i vantaggi impliciti nell'ambiente di simulazione integrato, ANSYS motion 11.0 è sicuramente un prodotto interessante per la soluzione di problemi cinetodinamici di media complessità.

Per ulteriori informazioni:  
Ing. Fabiano Maggio  
info@enginsoft.it



Modello ibrido (corpi flessibili e rigidi di una sospensione automobilistica (courtesy of Dale Earnhard)



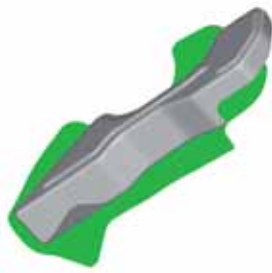
# Forming Suite v5.0

Fino a non molto tempo fa la simulazione di operazioni di formatura di componenti in lamiera rappresentava un problema di grande complessità per l'utilizzatore, e di rilevante impegno di calcolo. Essa era, poi, basata sul metodo degli elementi finiti, con tutte le complicazioni legate al trasporto di massa, ed alle varie non linearità di materiale, geometriche e di vincolo. Alcune tecnologie recenti propongono impostazioni che superano agevolmente queste limitazioni, rendendo possibile utilizzare il software anche a

## Forming Technologies rilascia la nuova release di Forming Suite

chi ha poca o nulla familiarità con la simulazione FEA. È questo il caso di Forming Suite, prodotto da Forming Technologies Inc. (FTI), azienda leader mondiale nel campo delle soluzioni per la progettazione, l'analisi di formabilità e l'ottimizzazione dei costi di componenti in lamiera stampata.

Forming Suite fornisce ai project manager ed agli ingegneri di processo un metodo veloce ed accurato per determinare ed ottimizzare i costi di produzione di componenti in lamiera stampata. Il software permette, infatti, di valutare differenti design del pezzo ed ottimizzare il nesting dei relativi sviluppi in piano (pezzi da tranciare) per ridurre al minimo i costi del materiale. Per realizzare questi obiettivi, Forming Suite necessita soltanto del modello geometrico del design di prima approssimazione, con il quale, automaticamente, genera la migliore configurazione di incastro dei pezzi da tranciare e



Calcolo dello sviluppo in piano

fornisce diverse alternative di riduzione della quantità di lamiera necessaria per la produzione.

Come è possibile ottenere tali vantaggi? Prima di tutto il modulo FASTBLANK, tenendo conto della fisica del processo di formatura, calcola lo sviluppo del componente (blank), determinandone con precisione forma e dimensioni. Dopodiché con il modulo BLANKNEST si trova il lay-out ottimale sul nastro, cioè la disposizione degli sviluppi che garantisce la massima resa del materiale. Inoltre con BLANKNEST è possibile valutare diversi scenari di nesting, quali il taglio standard con

cesoie, la tranciatura di una figura o due figure per colpo (una fila o due file sullo stesso nastro) o con figure speculari. Infine, usando la funzionalità LAY-OUT EDITING, il software fornisce tutti gli strumenti per valutare eventuali modifiche alla geometria del pezzo che comportano un ulteriore miglioramento in termini di resa del materiale rispetto alla soluzione già ottimizzata con BLANKNEST.

Forming Suite comprende anche i moduli FASTFORM e FASTFORM Advanced sviluppati per la valutazione della producibilità dei componenti. Attraverso la simulazione l'operatore prevede e previene problemi tipici di formatura quali rotture localizzate o formazione di grinze. Inoltre il codice calcola accuratamente il ritorno elastico dopo formatura. L'analisi di formabilità richiede soltanto l'importazione del modello geometrico del pezzo con o senza le superfici del fuori figura ed è velocissima anche nei casi di geometrie complesse (pochi minuti per impostazione e simulazione). Per le sue caratteristiche, FASTFORM Advanced è adatto per la simulazione di processi di imbutitura, imbutitura profonda, punzonatura, formatura con stampi transfer e progressivi. La simulazione prende infatti in considerazione le proprietà del materiale, l'attrito con le superfici degli stampi, le



geometrie del premi-lamiera, la forza del premi-lamiera ed altri vincoli di processo.

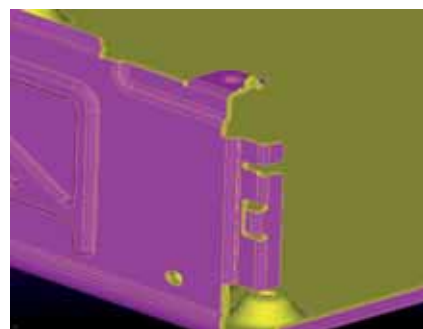
Nel mese di gennaio è stata rilasciata la nuova versione di Forming Suite. La versione 5.0 costituisce una "major release", perché, tenendo dovuto conto delle richieste provenienti dagli utilizzatori, comprende un lungo elenco di nuove tecnologie, sviluppate per ridurre drasticamente l'impegno necessario per l'impostazione e l'esecuzione delle analisi di fattibilità e di costo del prodotto.

Le principali novità di Forming Suite v5.0 sono descritte nel seguito.

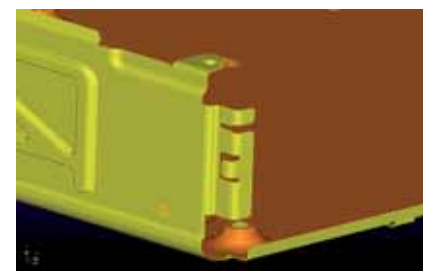
### Topology Based Skinning (TBS)

#### Estrazione della "pelle" basata sulla topologia del modello

Per il calcolo del blank e per le analisi di formabilità, Forming Suite necessita di un modello superficiale del componente, la superficie mediana nello spessore, detta "pelle". Nella nuova versione la pelle è estratta automaticamente, qualunque siano le caratteristiche del modello importato (solido o superficiale), senza interventi sulla geometria da



Modello IGES



"Pelle" estratta automaticamente



parte dell'utente. Inoltre adesso il software è in grado di "calcolare" la pelle anche per modelli con errori topologici (es. superfici non connesse) e modelli CAD assemblati. In altre parole, l'utente può gestire modelli CAD imperfetti con probabilità di errore drasticamente ridotta nella conversione solido-pelle, che può essere considerata lo step più delicato dell'impostazione delle analisi formabilità e dei costi del prodotto.

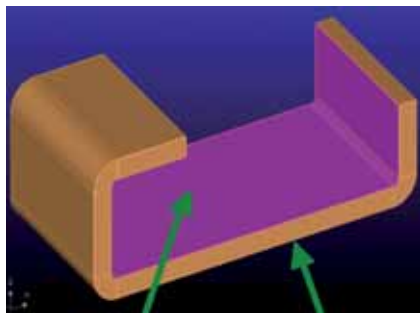
### Offset-Less Formability Technology (OFT) Risultati indipendenti dalla geometria del componente

La qualità della mesh risulta essere migliorata perché è stato eliminato il passaggio della modellazione che prevedeva la sua creazione a partire dalla geometria del pezzo. Adesso la mesh è creata "ricoprendo" la pelle calcolata precedentemente, cioè la superficie mediana nello spessore. Tale metodologia comporta, per l'utente, una maggiore flessibilità nel scegliere la superficie del componente per la generazione della mesh ed una maggiore affidabilità dei risultati (forma e dimensioni dello sviluppo, mappe di deformazioni, etc.) legata alla maggiore robustezza della mesh.

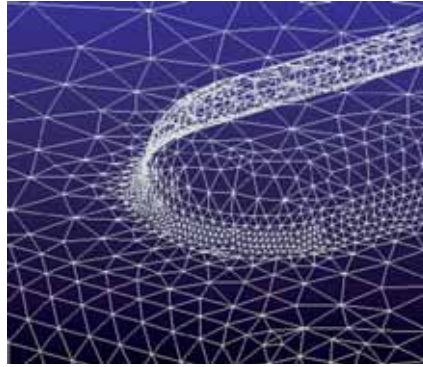
### Triangular mesher

#### Un nuovo generatore di mesh

Nella versione 5.0 è stato inserito un nuovo motore di generazione della mesh che usa elementi triangolari. La meshatura con elementi triangolari garantisce una migliore modellazione del-



*L'unica tecnologia sul mercato con affidabilità dei risultati indipendente dalla superficie scelta per generare il modello di calcolo*

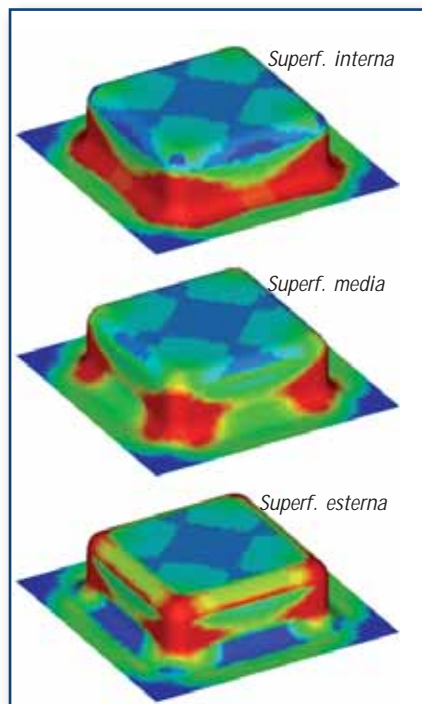


*Mesh più fitta per i raccordi*

le superfici complesse, soprattutto per i raccordi di piccolo raggio, assicurando maggiore precisione dei risultati. Inoltre la meshatura triangolare è più efficiente per pezzi di grandi dimensioni con particolari piccoli, perché usa elementi di grandi dimensioni su superfici estese ed elementi di piccole dimensioni sui raccordi e le features del componente.

### Coupled Hybrid Inverse Solver (CHI) Solutore accoppiato ibrido inverso

È stato introdotto un nuovo solutore che permette risultati affidabili anche per pezzi in lamiera di notevole spessore e con raggi di curvatura locali ristretti in rapporto allo spessore (raggio di curvatura / spessore  $\leq 3$ ). Il solutore è definito "accoppiato" perché si tengono in conto sia gli effetti membranali, che gli effetti flessionali della



deformazione della lamiera imposta dal processo. È detto "ibrido" perché, nel calcolo delle deformazioni, sono usate le tecnologie incrementale e la tecnologia inversa. Infine è detto "inverso", perché, come nella versione precedentemente, procede dalla geometria del pezzo finale alla geometria dello sviluppo, inversamente a quanto avviene nel processo reale. Con l'introduzione del solutore avanzato sono calcolati e disponibili per l'utente le mappe di deformazione in corrispondenza della superficie interna, esterna e mediana.

### Process History Tree (PHT)

#### L'albero dell'analisi

Ultima novità, ma non in ordine di importanza, è la possibilità di "catturare" il processo logico utilizzato per le analisi di formabilità e dei costi dei materiali, registrando tutti i passi nell'"albero dell'analisi". Tale albero è automaticamente costruito contestualmente all'impostazione di una nuova analisi e può essere utilizzato per accedere rapidamente a tutti i parametri, dalla geometria ai vincoli del processo di formatura. L'albero consente quindi di rendere "standard" il processo di analisi, secondo le esigenze di gestione delle informazioni dell'azienda utente.

In conclusione si può affermare che Forming Suite v5.0 è un ambiente di simulazione completamente nuovo, che ha raggiunto una notevole semplicità d'uso, grazie all'esperienza accumulata con le versioni precedenti ed ai suggerimenti provenienti dagli utilizzatori. Per queste caratteristiche il software si presta ad essere utilizzato con facilità in qualunque contesto tecnico-economico in cui si progettano prodotti in lamiera e si determinano i costi di produzione.

EnginSoft, che distribuisce e sostiene il software in Italia, è pronta a dare evidenza di queste affermazioni attraverso l'attivazione di licenze test o provvedendo al trasferimento di tecnologia.

Per ulteriori informazioni:  
Ing. Francesco Linares  
Responsabile Forming Suite  
info@enginsoft.it



# Impatto del CAE sull'innovazione di prodotto-processo: la 'design chain' secondo EnginSoft

Il primo dei seminari a tema che EnginSoft ha in programma per il 2007 si terrà il prossimo 15 marzo presso il Centro Congressi Lingotto di Torino. Si tratta di un evento gestito ed organizzato da EnginSoft all'interno della manifestazione "Affidabilità nell'Automotive", due giorni fitti di appuntamenti e di presentazioni tecniche, dedicati ad aziende e professionisti del settore automotive.

to, nonché sull'affidabilità delle soluzioni, e sul rischio in fase di avviamento alla produzione o nei primi collaudi. Nella ricerca della soluzione ottimale, ogni singolo contributo porta a massimizzare le performance del componente finito con un vantaggio immediato a beneficio della qualità e del costo complessivo.

sarà presentato attraverso esempi di rilevanza industriale, sia per il settore automotive, che per quello meccanico in genere.

La durata prevista del seminario è tre ore, con inizio alle ore 10.00.

La partecipazione al seminario è gratuita. Il programma del seminario è consultabile on-line all'indirizzo: [www.enginsoft.it/seminario\\_automotive](http://www.enginsoft.it/seminario_automotive)

**In un seminario dedicato al mondo automotive, EnginSoft parlerà di come il processo influenza le performance del prodotto - Torino, 15 Marzo**

Il modulo di iscrizione si trova on-line all'indirizzo: [www.enginsoft.it/iscrizione\\_automotive](http://www.enginsoft.it/iscrizione_automotive)

L'iniziativa che EnginSoft propone si inserisce perfettamente in questo ambito poiché l'automotive, oltre ad investire fortemente nell'innovazione, riconosce sempre più nel CAE quegli strumenti fondamentali per concretizzare una strategia che parla di miglioramento di prestazioni, sicurezza, affidabilità, ottimizzazione di processo, competitività.

L'approccio che EnginSoft suggerisce è quello di non limitarsi all'applicazione di tali strumenti in aree di interesse circoscritte (design, modellazione CAE, studi di fattibilità, preventivi, comportamento meccanico, produzione, collaudo, controllo qualità, etc.), bensì di puntare all'integrazione nel processo progettuale e produttivo dei diversi strumenti software disponibili per raggiungere un'innovazione metodologica radicale.

La possibilità di considerare ed agire puntualmente su ogni singola fase dello sviluppo di un prodotto permette di avere il controllo, oltre che sulla sua qualità, anche sugli investimenti, sui costi di produzione, sui tempi di industrializzazione ed emissione sul merca-

The infographic is titled "La 'design chain' secondo EnginSoft". It features several circular images showing simulation results: a car seat, a mechanical part with stress analysis, a turbine-like component with thermal analysis, and a cast part with residual stress analysis. Logos for "Gruppo Imar", "MAGMA", "CEX", and "ANSYS" are displayed. Text labels include "Verifiche a fatica termo-meccanica", "Carichi termici nel modello FEM", "Tensioni residue e proprietà meccaniche", and "Progetto di colata". A "Progettazione Fluidodinamica" label is also present with a corresponding image of a car seat.

Gli argomenti trattati durante il seminario riguarderanno il problema della simulazione nella "catena progettuale", dal processo manifatturiero (fusione, stampaggio, trattamenti termici, etc.) e relativa scelta dei materiali, alla simulazione delle prestazioni del prodotto, in ottica di ottimizzazione complessiva e contenimento dei costi. Il tema

Per ulteriori informazioni: [eventi@enginsoft.it](mailto:eventi@enginsoft.it)

Inserito nell'evento:  
Affidabilità nell'Automotive  
Torino, Centro Congressi Lingotto,  
14/15 Marzo 2007  
[www.qualitaly.com/automotive](http://www.qualitaly.com/automotive)



# Il progetto della macchina utensile: può essere il CAE la chiave dell'innovazione?

I seminari EnginSoft sono l'occasione per fare il punto sullo stato dell'arte delle tecnologie per la sperimentazione virtuale. Essi forniscono, di regola, un panorama completo ed aggiornato di quanto il CAE offra o possa offrire nel prossimo futuro, e presentano, al contempo, esempi di applicazioni industriali di grande rilievo.

Questo seminario riguarda, in particolare, le applicazioni per il settore delle

emergere e consolidare via via il know-how aziendale e, così, di favorire l'implementazione di nuove idee e soluzioni. Questo è vero se la sperimentazione virtuale diviene pratica quotidiana, e se la si integra effettivamente nel processo progettuale, tenendo conto della multidisciplinarietà delle tematiche da affrontare: dalla resistenza meccanica, alla risposta cinematica e dinamica, alla resistenza a fatica, all'usura, alla rumorosità, sino, eventualmente, alle in-

in relazione alla progettazione di componenti di macchine utensili e/o di sistemi complessi. Lo vuole fare principalmente illustrando casi concreti, di rilevanza industriale.

La durata del seminario è tre ore, con inizio alle ore 10.00.

La partecipazione al seminario è gratuita.

Per iscriversi al seminario è sufficiente compilare il modulo on-line disponibile all'indirizzo:

[www.enginsoft.it/iscrizione\\_utensili](http://www.enginsoft.it/iscrizione_utensili)

Il programma del seminario è disponibile all'indirizzo:

[www.enginsoft.it/seminario\\_utensili](http://www.enginsoft.it/seminario_utensili)

Termine ultimo per l'iscrizione: 9 Aprile 2007.

Bologna, Savoia Hotel, 13 Aprile 2007

Per ulteriori informazioni  
[eventi@enginsoft.it](mailto:eventi@enginsoft.it)

## Il seminario, in programma a Bologna il 13 Aprile 2007, propone l'utilizzo di strumenti CAE nella progettazione di macchine utensili.

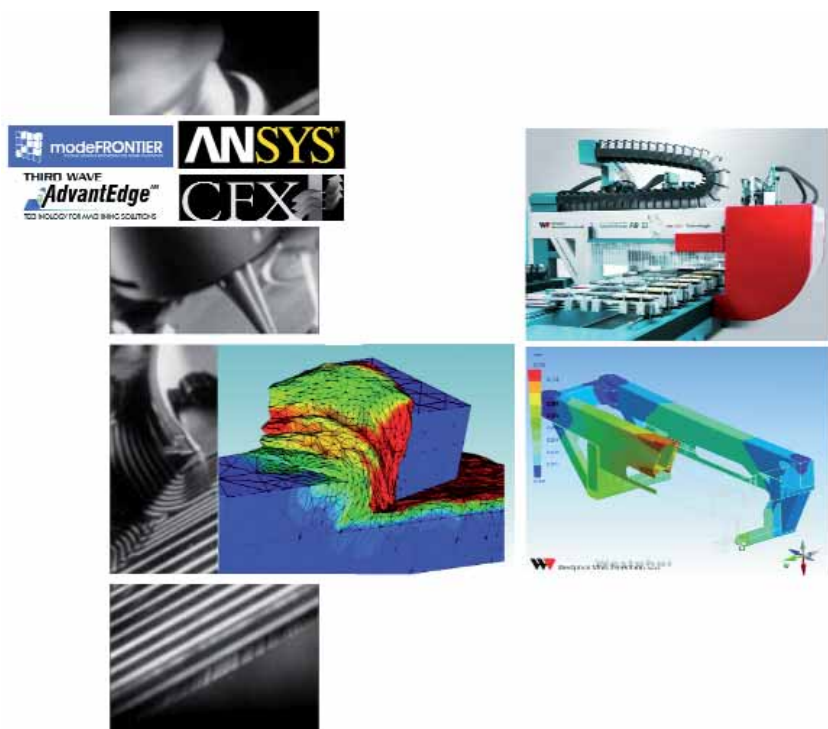
macchine utensili: da quelle più conosciute e consolidate, a quelle più recenti, in ottica di integrazione nel processo progettuale.

Il futuro dell'industria delle macchine utensili dipende dalla capacità di innovare, a tutti i livelli. Con riferimento al processo progettuale, l'innovazione passa, imprescindibilmente, attraverso l'impiego sistematico della sperimentazione virtuale, sino ad una sua completa integrazione nel processo stesso.

Che questo sia imprescindibile, è sotto gli occhi di tutti: occorre migliorare le prestazioni, e, in generale, la qualità dei prodotti, riducendo al contempo drasticamente tempi e costi di sviluppo. E solo l'approccio virtuale ha caratteristiche che permettono di tendere a questi obiettivi. Infatti esso conferisce alla progettazione la possibilità di trattare i sistemi che si vogliono produrre nella loro interezza, individuandone le criticità, e, più in generale le interazioni che maggiormente influenzano le prestazioni: tutto questo con grande accuratezza, efficienza, e celerità, e con la possibilità di far

terazioni complesse di natura meccatronica.

Questo seminario vuole offrire una panoramica dello stato dell'arte delle tecnologie per la sperimentazione virtuale,



# Seminario sulle potenzialità e la semplicità delle soluzioni Microsoft per l'High Performance Computing

Il seminario organizzato da Microsoft Italia a Milano il 1 Marzo, ha l'obiettivo di presentare le caratteristiche di semplicità, sicurezza ed integrazione della nuova piattaforma Microsoft per il calcolo ad alte prestazioni denominata Windows Compute Cluster Server 2003. Nel corso della giornata verranno presentate le principali novità della nuova soluzione sia dal punto di vista infrastrutturale che applicativo, mostrando inoltre le applicazioni verticali già disponibili sulla piattaforma Microsoft nei diversi contesti di riferimento.

## COS'È L'HPC

### High Performance Computing

Il termine High Performance Computing (HPC) ovvero "sistema di calcolo ad alte prestazioni", si riferisce all'uso di supercomputer (sistemi paralleli) e computer cluster, ovvero di sistemi di calcolo composti di processori multipli (normalmente prodotti in serie) collegati tra loro, in un unico sistema, per mezzo di interconnessioni di rete dedicate.

Sebbene sia innegabile l'alto livello di conoscenze tecniche necessario per as-

## EnginSoft parteciperà al seminario organizzato da Microsoft per sostenere le soluzioni High Performance Computing applicate al CAE

EnginSoft sarà presente all'evento con un intervento dal titolo:

*HPC come strumento di integrazione tra applicazioni CAE ed ottimizzazione di prodotto. Esperienze ed esempi applicativi.*

L'intervento verterà principalmente sull'attuale scenario di competizione tra aziende, lo sviluppo precompetitivo, il quale svolge un ruolo chiave nel raggiungere il mercato con un prodotto affidabile, ottimizzato, efficiente rispettando i tempi attesi.

Il ruolo chiave di questo obiettivo è svolto dal binomio "ottimizzazione"- "corretto approccio multidisciplinare al progetto", oltre che a massimizzare lo spirito collaborativo tra diversi team di sviluppo.

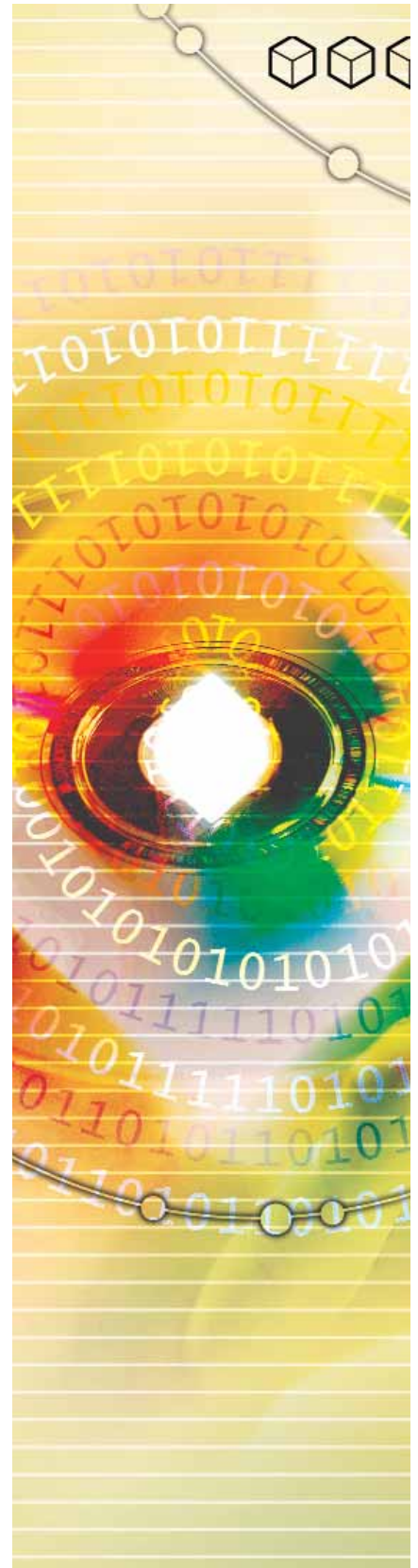
La capacità di portare soluzioni in tempi strettissimi, riducendo i tempi di sviluppo prodotto, è oggi attuabile attraverso sistemi HPC a bassissimo costo ed a basso impatto per l'infrastruttura IT dell'azienda e per l'utenza stessa.

sembrare e far funzionare tali sistemi, essi possono essere costruiti a partire da componenti preconfezionati. Grazie alla loro flessibilità, potenza ed ad un costo relativamente contenuto, i sistemi HPC accrescono il loro dominio nel mondo dei supercomputer.

HPC è anche più comunemente associato a sistemi di calcolo per finalità di ricerca scientifica ed a volte collegato al precedente è High-Performance Technical Computing (HPTC), ovvero sistema di calcolo tecnico ad alte prestazioni, che generalmente si riferisce ad applicazioni ingegneristiche di sistemi di calcolo basati su cluster (come ad esempio fluidodinamica computazionale, simulazione e prototipazione virtuali). I vantaggi sono notevoli: riduzione drastica dei tempi di calcolo o molteplicità di soluzioni a parità di tempo, che garantiscono l'ottimizzazione progettuale.

Per ulteriori informazioni:

Ing. Gino Perna  
info@enginsoft.it



# modeFRONTIER sponsors LION 2007: Conference on Learning and Intelligent Optimization

modeFRONTIER SPONSORIZZA LA CONFERENZA: LEARNING AND INTELLIGENT OPTIMIZATION – LION 2007

*La crescente presenza di algoritmi euristici per affrontare problemi di ottimizzazione fa sorgere nuove sfide e questioni. La ricerca di un metodo per la loro selezione e combinazione più appropriata può permettere di comprendere meglio le prestazioni delle diverse tecniche, così come del comportamento degli al-*

**12-18 February 2007, Andalo (Trento), Italy**



*goritmi in prospettiva di miglioramenti e sviluppi futuri. LION 2007 si propone in tal senso di esplorare territori nuovi, ed, eventualmente, di individuare i confini tra le discipline dell'apprendimento automatico, dell'intelligenza artificiale, della programmazione matematica, e dello sviluppo di algoritmi per la soluzione di problemi complessi di ottimizzazione.*

The current explosion in the number and variety of heuristic algorithms for hard optimization problems raises numerous interesting and challenging issues. Professionals are confronted with the burden of selecting the most appropriate method, in many cases through an expensive algorithm configuration and parameter tuning process, and subject to a steep learning curve. Scientists seek theoretical insights and demand a sound experimental methodology for

evaluating algorithms and assessing strengths and weaknesses. A necessary prerequisite for this effort is a clear separation between the algorithm and the experimenter, who, in too many cases, is "in the loop" as a crucial intelligent learning component. Both issues are related to designing and engineering ways of "learning" about the performance of different techniques, and ways of using memory about

algorithm behavior in the past to improve performance in the future. Intelligent learning schemes for mining the knowledge obtained from different runs or during a single run can improve the algorithm development and design process and simplify the applications of high-performance optimization methods. Combinations of algorithms can further improve the robustness and performance of the individual components provided that sufficient knowledge of the relationship between problem instance characteristics and algorithm performance is obtained. This meeting is aimed at exploring the boundaries and uncharted territories between machine learning, artificial intelligence, mathematical programming and algorithms for hard optimization problems. The main purpose of the event is to bring together experts from these areas to discuss new ideas and methods, challenges and opportunities in various application areas, general trends and specific developments. To that end, a substantial part of the program will consist of invited presentations, discussion sessions and advanced tutorials.

For further information:  
[www.intelligent-optimization.org](http://www.intelligent-optimization.org)

**EnginSoft ha presentato la propria metodologia per la PIDO alla Borsa Ricerca e Innovazione 2006 a Firenze.**

La Borsa Ricerca e Innovazione di Firenze è ormai un appuntamento annuale a cui non mancano di partecipare sia Enti di Ricerca, come Università, Laboratori MIUR, Centri di Ricerca pubblici e privati, che le imprese, grandi e piccole. Lo scopo di Borsa Ricerca e Innovazione è mettere in contatto i mondi di ricerca e impresa, e fare quindi da ponte per favorire l'introduzione di innovazione, sia essa di prodotto, di processo o di metodologia. EnginSoft, nella sua doppia veste di Laboratorio MIUR e di impresa leader nel settore dell'innovazione del processo progettuale, ha partecipato presentando modeFRONTIER, la propria metodologia per la PIDO.

PIDO è l'acronimo di Process Integration and multiobjective and multidisciplinary Design Optimization, l'approccio/ambiente software prospettato recentemente che consente di gestire efficacemente il processo progettuale, favorendo l'integrazione delle funzioni – specie quelle legate alla sperimentazione virtuale - ed orientandolo all'individuazione della soluzione ottimale, sia sotto l'aspetto meramente tecnico, che rispetto a metriche di prodotto e processo. Di fatto la PIDO è considerata dai principali enti di monitoraggio del settore – si veda ad esempio la recente "Innovation Survey" pubblicata da Daratech – come l'area di sviluppo software di maggior interesse attuale per l'industria. EnginSoft, anche tramite il software di ottimizzazione multiobiettivo e multidisciplinare modeFRONTIER, è ormai leader di settore e vanta decine di realizzazioni in partnerships con aziende di prestigio, sia italiane che straniere. La presentazione della metodologia PIDO da parte di EnginSoft ha provocato un vivace interessamento di diverse PMI, toscane e non, capaci di guardare avanti e riconoscere i benefici dei sistemi che contribuiscono all'innovazione del processom progettuale. Borsa Ricerca e Innovazione è una sezione del Festival della Creatività di Firenze, che ha visto nel 2006 oltre 150.000 visitatori.



# Innovazione Presse - SACMI punta all'ottimizzazione automatica con modeFRONTIER

*PRESSES INNOVATION – SACMI AIMS AT CAE-BASED OPTIMIZATION THROUGH MODEFRONTIER*

*SACMI shows the advantages coming from the integration of the virtual prototyping technologies into the design process of a company, and specifically from the use of modeFRONTIER as the platform for such integration. The results of the case history speak for themselves: the final solution, one that even the designer would have never thought about, has allowed a 20% weight reduction, in comparison with the baseline configuration.*

## SACMI dimostra i vantaggi dell'integrazione e automazione del processo progettuale aziendale attraverso l'ottimizzazione automatica con modeFRONTIER

SACMI è un gruppo internazionale leader mondiale nei settori delle macchine per Ceramics, Beverage & Packaging, Processing e Plastics, grazie all'applicazione di tecnologie innovative, al forte posizionamento sul mercato mondiale ed alla ricerca continua di alti standard qualitativi e servizio al cliente.

Alle presse SACMI, realizzate con fusioni in ghisa sferoidale, viene riconosciuta grande affidabilità, elevata produttività e lunga durata nel tempo. A queste doti, ormai consolidate nel tempo, si aggiungono il continuo miglioramento delle soluzioni tecniche e l'ampliamento di gamma a soddisfacimento delle sempre crescenti esigenze del cliente. In questo contesto, e precisamente nel settore macchine per Ceramics, è stato scelto un progetto pilota da sviluppare con tecniche di ottimizzazione automatica basata sulla sperimentazione virtuale. Perché il progetto pilota fosse realmente significativo per l'azienda, lo si è scelto in un settore dove il know-how fosse consolidato, ed, al contempo, dove le ricadute sulla produzione potessero essere dirette, pur essendo la prove-

nienza dell'iniziativa tipicamente di area R&D.

L'applicazione ricorre, come piattaforma per l'integrazione e l'ottimizzazione, a modeFRONTIER, e richiede, quindi, necessariamente – come del resto qualsiasi tecnologia che produca automaticamente scelte ottimizzate - la parametrizzazione del progetto, con le relative implicazioni sul processo. Questo aspetto, non trascurabile, ha visto SACMI pronta nel convertire la propria metodologia progettuale – già in origine non priva di automatismi, e basata largamente sulla sperimentazione virtuale - in una completamente parametrizzata, ed adatta, quindi, all'applicazione automatica.

Entrando nei dettagli del progetto pilota, quello scelto da SACMI riguarda l'ottimizzazione della parte strutturale di una nuova tipologia di pressa della serie PH finalizzata all'individuazione della soluzione di minor peso, nel rispetto dei vincoli sulla deformazione e durata a fatica caratteristici della produzione aziendale.

Più precisamente l'attenzione si è concentrata sulla parte inferiore della pressa costituita da tre elementi geometrici (vedi Fig. 1) chiamati rispettivamente Bancale, Piastra bancale e Montante.

La metodologia progettuale prevede lo studio della deformata (vedi Fig. 2) della parte mobile della pressa attraverso un calcolo FEM. Tale deformata deve essere poi confrontata punto-punto con quella assunta sotto carico dalla piastra bancale (vedi Fig. 3) per verificare il soddisfacimento dei requisiti di valutazione fissa-

ti dall'azienda ed elaborati attraverso un foglio di calcolo proprietario.

Lo stesso dicasi per quanto riguarda i requisiti di vita a fatica del componente, pure accertati, nella metodologia progettuale, attraverso un foglio di calcolo basato sul know-how aziendale.

Entrambe le modalità di verifica devono poter essere acquisite da modeFRONTIER, ed impiegate, nell'ambito del processo di ottimizzazione, come vincoli progettuali.

Per contro le variabili su cui modeFRONTIER ha potuto agire per migliorare la configurazione obiettivo, sono quegli stessi parametri geometrici su cui il progettista agisce normalmente introducendo via via le modifiche suggerite dall'esperienza. Nel progetto pilota, di parametri di questo genere ne sono stati selezionati ed utilizzati ben diciannove!

Il flusso logico del processo messo a punto da SACMI - con il supporto di EnginSoft - per la piattaforma modeFRONTIER è rappresentato nella Fig. 4. Si noti che le variabili assegnate da modeFRONTIER vengono pre-elaborate in un foglio di calcolo che le rende usufruibili dal codice FEM; questo si occupa di richiamare il modello geo-

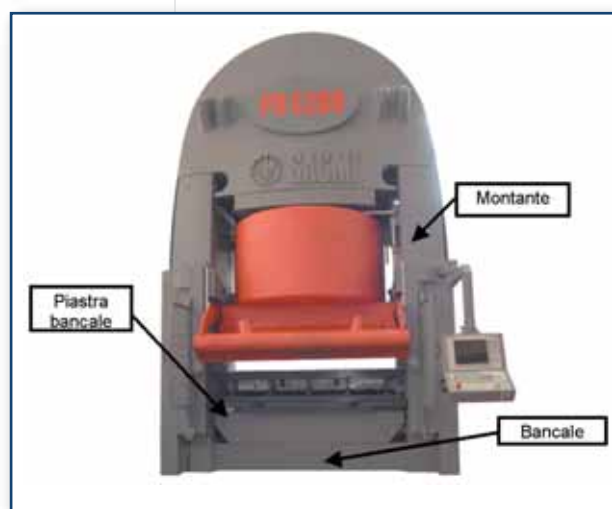


Fig. 1: parte inferiore della pressa



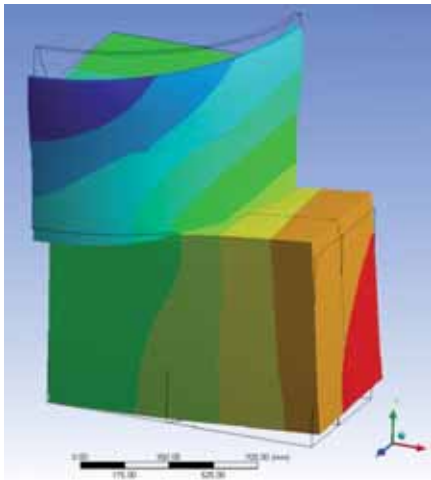


Fig. 2: Deformata parte mobile

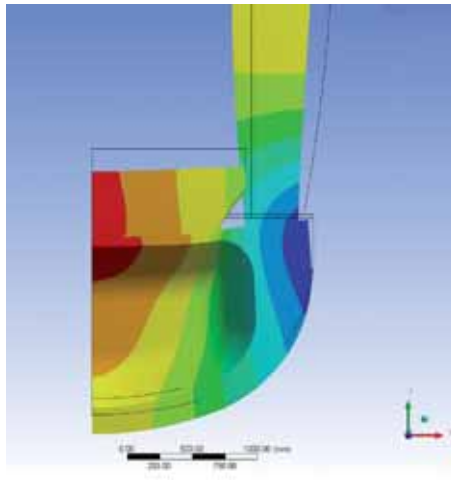


Fig. 3: Deformata parte inferiore

metrico, aggiornare la geometria con i nuovi parametri, creare il modello di calcolo, applicare le condizioni al contorno, risolvere il modello numerico, e prelevare i risultati di interesse in formato idoneo al post-processamento nei successivi fogli di calcolo o direttamente in modeFRONTIER. I fogli di calcolo contengono istruzioni macro che presiedono sia alla lettura dei file prodotti dall'analisi ad elementi finiti, che alla generazione dei dati utilizzati dall'ottimizzatore.

Un simile processo di integrazione ha inevitabilmente un certo impatto sulla metodologia progettuale pregressa, imponendo, da un lato, uno sforzo di impostazione parametrica sotto requisiti stringenti ma garantendo, dall'altro, lo sfruttamento di tutte le potenzialità messe a disposizione dagli strumenti moderni quali bi-direzionalità al CAD, rigenerazione robusta del modello numerico con l'applicazione automatica delle condizioni al contorno, riconosci-

mento ed impostazione automatica dei contatti, possibilità di elaborazioni avanzate tramite comandi di pre e post-elaborazione.

Per mettere a punto il processo, e la relativa sequenza logica, in modo utile è necessario – o quantomeno opportuno – è bene comprendere preventivamente cosa influenzi maggiormente il progetto. In altri termini, è bene circoscrivere lo spazio di indagine alle variabili più significative. Queste conoscenze possono essere acquisite agevolmente attraverso una preventiva valutazione DOE (Design of Experiments), seguita da un'analisi delle correlazioni e di altri legami significativi in senso statistico. Queste informazioni sono prodotte e documentate graficamente in modo sintetico ed immediato dal post-processore di modeFRONTIER. Lo studio preliminare è stato svolto anche nel caso in esame, giungendo ad 'eliminare' alcune variabili di progetto, o meglio, a fissare, per esse un valore definito. Una volta meglio definito, in questo modo, lo

spazio di progetto, si procede alla successiva ottimizzazione. Nello specifico sono stati applicati algoritmi generici, secondo la logica descritta nella figura 5.

I risultati ottenuti chiariscono più di tante parole la successiva scelta fatta da SACMI di estendere l'utilizzo di modeFRONTIER ad altri protocolli di progettazione: la soluzione finale, infatti, ha permesso una riduzione di peso dell'ordine del 20% rispetto alla configurazione di partenza. Per giunta il design appare nuovo, al punto che, per ammissione del progettista, mai egli avrebbe saputo 'pesare' le variabili di progetto giungendo con sicurezza alla soluzione suggerita dal processo di ottimizzazione automatica; soluzione che, peraltro, trova la sua completa approvazione.

Si deve, in conclusione, plaudire all'atteggiamento di SACMI, che ha saputo, da subito, investire negli approfondimenti e nella sperimentazione necessaria ad acquisire un protocollo progettuale basato su modeFRONTIER. L'impegno non è marginale, e comporta il superamento di resistenze di vario genere – come, del resto, ogni azione che richiede la revisione di una prassi progettuale più o meno consolidata. Per contro il vantaggio acquisito è notevolissimo: il modello sperimentato può essere applicato agevolmente ad altri protocolli. Ed ogni protocollo, a sua volta, può essere ulteriormente migliorato, dettagliato, e, soprattutto, condiviso, a vantaggio dell'efficienza, dell'affidabilità, ed, in definitiva, di uno sviluppo autentico di prodotti e processi.

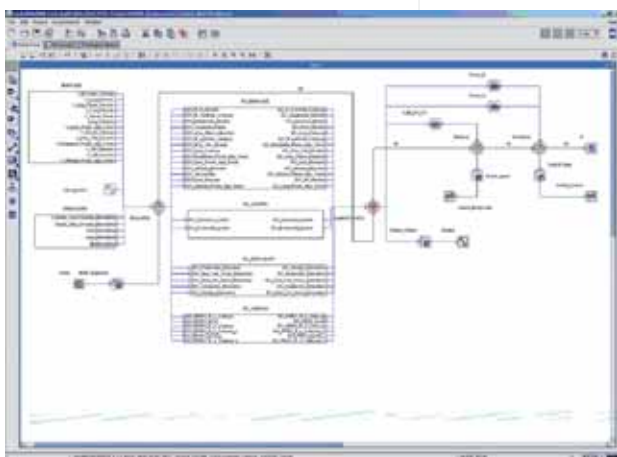


Fig. 4: Il Flusso logico di progettazione in modeFRONTIER

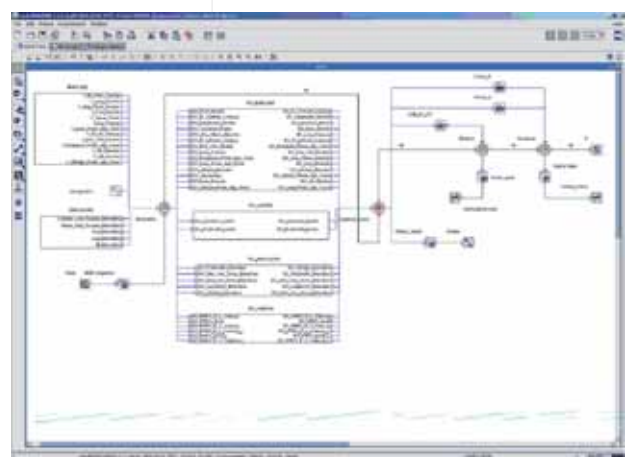


Fig. 5: Il processo DOE e l'ottimizzazione nello spazio ridotto



# Analisi CFD a supporto della progettazione di un'automobile che rispetti l'ambiente

*The Panda MultiEco show-car makes its world debut in Geneva's Motor Show 2006. Fiat sees this unit as the future of cars with a low environmental impact: the concept car represents the most advanced frontier achievable in terms of emissions and consumption, synergically combining technologies that already exist or are ready for industrialization. The show-car combines an innovative 'powertrain' architecture – an engine with dual petrol/methane fuel supply, MTA transmission and BAS device – with the use of eco-compatible materials (recycled, recyclable or of natural origin) for the exterior and interior. The result is made even more interesting by the painstaking optimization of the aerodynamics and a significant weight reduction.*

Fiat considera Panda MultiEco come la rappresentazione delle future macchine ecologiche. Presentata durante il motor Show di Ginevra 2006, questa concept car mette in mostra la più avanzata tecnologia per ridurre le emissioni e diminuire il consumo di carburante attraverso la combinazione di un'innovativa architettura "powertrain", l'uso di materiali eco-compatibili sia per l'esterno che per gli interni e miglioramenti ed ottimizzazione nell'aerodinamica.



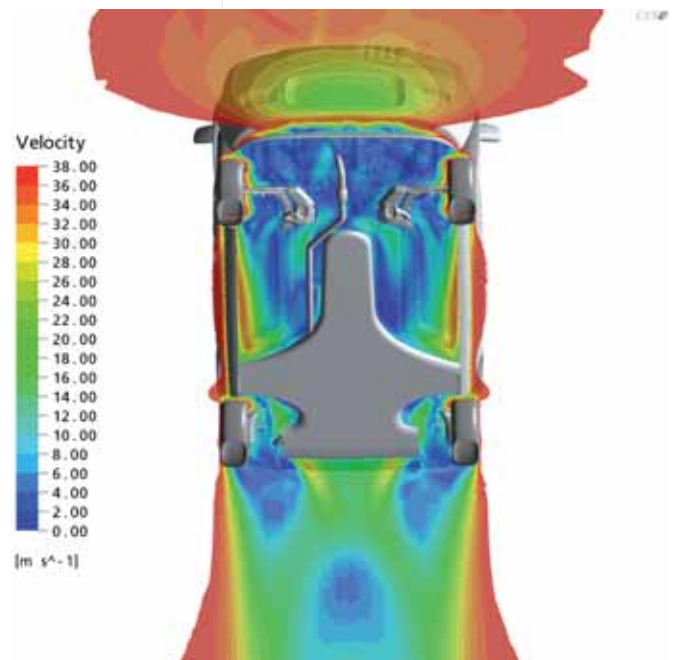
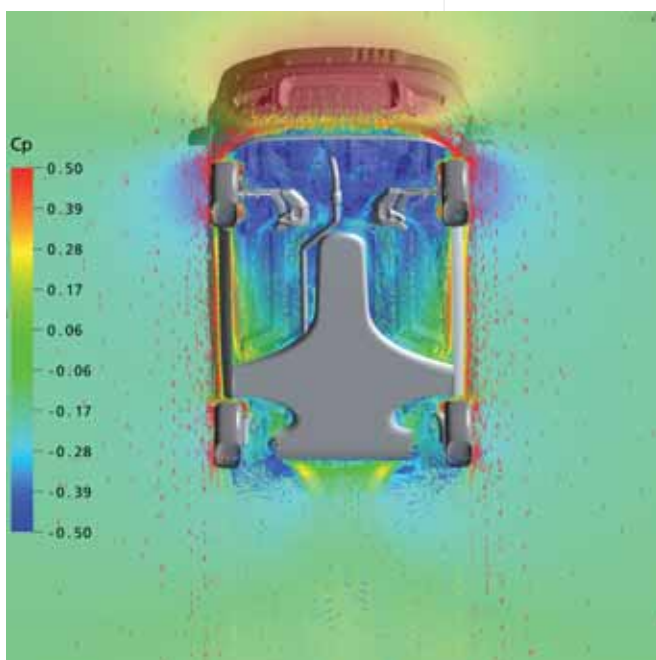
Grazie ad una riduzione dei consumi di combustibile ed all'utilizzo di metano a basso costo, Panda MultiEco riduce il costo relativo per chilometro di un significativo 63%.

Gli studi di aerodinamica di Panda MultiEco sono stati condotti dal Centro Ricerche Fiat (CRF), un'organizzazione industriale il cui obiettivo è quello di promuovere, sviluppare e trasferire innovazione ed offrire un vantaggio competitivo ai suoi clienti e partner. Questi ultimi comprendono le differenti compagnie del Gruppo Fiat, fornitori del settore automobilistico come pure

## Il prototipo della Fiat Panda MultiEco usa studi di aerodinamica numerica per raggiungere obiettivi di riduzione dei consumi

*This case history deals with the ANSYS-CFX based optimization of the aerodynamics carried out by CRF (Centro Ricerche Fiat).*

Sviluppate dal Gruppo Fiat (Fiat Auto, Fiat Powertrain Technologies e Centro Ricerche Fiat), queste soluzioni porteranno a grandi benefici per i clienti.



compagnie di altri comparti industriali, piccole e medie imprese (PMI), enti di ricerca nazionali ed internazionali.

Le aree prioritarie per il Dipartimento di Ricerca e Sviluppo del CRF includono energia e ambiente, sicurezza e benessere e crescita sostenibile. Il nucleo delle competenze CRF è centrato sul trasporto via terra, che comprende avanzati veicoli e sistemi di propulsione, componenti innovativi, così come i processi produttivi associati e le metodologie di sviluppo del prodotto.

Per questo progetto, l'obiettivo, in relazione all'aerodinamica, era quello di ottenere un coefficiente di resistenza aerodinamica per la Panda MultiEco che fosse inferiore a quello del veicolo Panda standard. Il prototipo della MultiEco è basato sulla Panda 4x4, poi-



ché la sua altezza permette una più facile introduzione di serbatoi di metano (gas naturale compresso o CNG) al posto dell'albero di trasmissione e del differenziale posteriore.

Tuttavia la Panda 4x4 ha il più alto coefficiente di resistenza aerodinamica dell'intera famiglia Panda, quindi raggiungere l'obiettivo è stato piuttosto impegnativo. Gli esperti di aerodinamica del Centro Ricerche Fiat ed i progettisti del Centro Fiat Stile hanno lavorato insieme fin dall'inizio del processo progettuale, nel tentativo di conciliare lo stile con i requisiti aerodinamici.

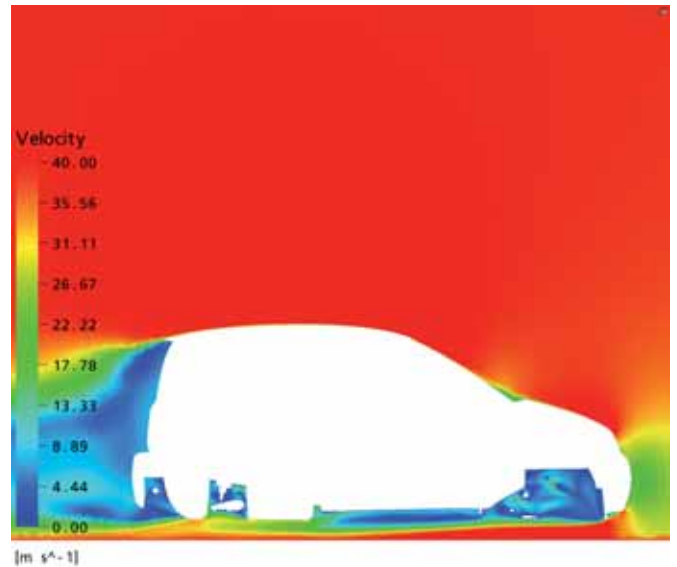
Un notevole impegno è stato dedicato al miglioramento dell'efficienza aerodinamica del sottoscocca. Modelli geometrici perfettamente dettagliati sono stati presi in esame usando griglie computazionali generate con il software ANSYS ICEM CFD. Sono state generate griglie costituite da diversi milioni di tetraedri e prismi e le simulazioni CFD eseguite con l'uso del software ANSYS CFX si sono concentrate sull'individuazione

e la riduzione dei principali contributi alla resistenza aerodinamica. I dati ottenuti sono risultati utili per la progettazione di carene, ripari e diffusori posteriori. La grande quantità di analisi CFD, condotte durante tutto il processo di sviluppo del veicolo, ha inoltre permesso la definizione ed il perfezionamento di dettagli quali gli spoiler posteriori ed i paraurti anteriori.

Un primo studio è stato condotto su una Panda 4x4. Questo caso è stato considerato come un punto di riferimento per l'aerodinamica nei test successivi. Ulteriori analisi, condotte su diversi prototipi di Panda MultiEco, sono stati utili per evidenziare aree critiche e componenti che influenzano il comportamento dei flussi. In particolare modo, la presenza di serbatoi di gas nel sottoscocca del veicolo CNG ha dimostrato di avere un impatto rilevante sulle sue performance aerodinamiche globali.

L'obiettivo di queste prestazioni è stato raggiunto attraverso l'ottimizzazione della forma e la dimensione del serbatoio, introducendo ed ottimizzando uno spoiler posteriore, schermato opportunamente le cavità della sottoscocca, e progettando un diffusore posteriore adeguato.

Importanti riduzioni di resistenza aerodinamica sono state raggiunte sia nel sottoscocca che nel posteriore del veicolo. Al termine dell'attività la riduzione relativa del coefficiente di resistenza aerodinamica è stata stimata attorno al 18% del valore iniziale della Panda 4x4, fornendo un coefficiente assoluto di resistenza aereo-



dinamica che corrispondeva al valore desiderato.

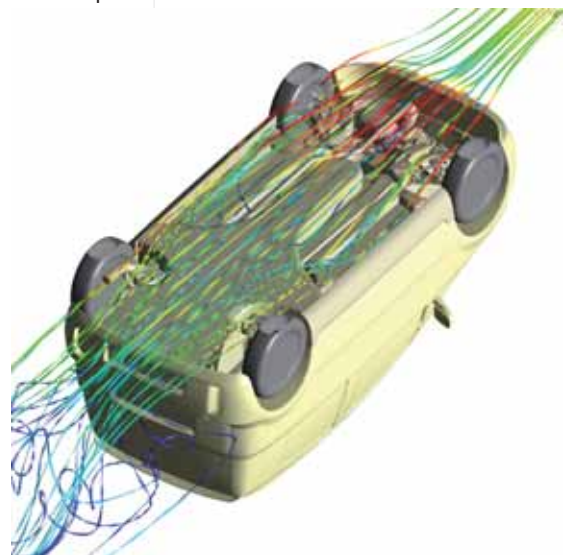
Le simulazioni virtuali condotte con ANSYS CFX hanno giocato un ruolo fondamentale nel supportare le decisioni ingegneristiche durante il progetto. Inoltre, l'utilizzo di tecniche CFD ha permesso al CRF di risparmiare tempo e denaro, evitando i costi di prototipazione e collaudo in cui sarebbe incorso nel caso di indagini sperimentali nella galleria del vento. L'uso di ANSYS CFX nell'attività di progettazione della Fiat Panda MultiEco ha dato un forte contributo nel permettere al team di raggiungere gli obiettivi aerodinamici.

*R. Tregnago - Responsabile del gruppo "Aerodynamics and Aeroacoustics" - Divisione Veicolo*

*E. Ribaldone, Ingegnere Superiore CFD*

*R. Putzu, Ingegnere CFD*

*Centro Ricerche Fiat, Italia*



# Multi-Objective Optimization and Decision Making Process in Engineering Design

*OTTIMIZZAZIONE MULTIOBIETTIVO E PROCESSO DECISIONALE NELLA PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA.*

*Progettare significa individuare la soluzione che meglio risponda ad obiettivi prefissati, sia di natura tecnica, che di prodotto/processo, che di marketing, che, infine, di costo. Si tratta, in sostanza, di trovare il compromesso migliore, attraverso un processo che non può prescindere dalle interazioni tra le varie discipline e dalla loro valorizzazione sinergica. Il problema si pone allora come ottimizzazione multiobiettivo (condizionata) e multidisciplinare, e può essere affrontato con vantaggio ricorrendo a sistemi software che implementino procedure ed algoritmi quali quelli per il DOE, l'ottimizzazione ed il Decision Making, trattando eventualmente variabili di natura statistica. In questo articolo si descrivono sinteticamente i principali algoritmi utilizzati come ottimizzatori e come procedure di ausilio all'assunzione di decisioni. In un precedente articolo si sono riportati, invece, i principali algoritmi del DOE. Quanto qui descritto è implementato nel sistema software modeFRONTIER.*

Companies need to optimize their products and processes daily, hence optimization plays a significant role in today's design cycle. Problems related to one or more than one objective, originate in several disciplines; their solution has been a challenge to engineers for a long time. Typically using a single optimization technology is not sufficient to deal with real-life problems. Therefore, engineers are frequently asked to solve problems with several conflicting objective functions. The definition of Multi-disciplinary optimization given by the Multi-Disciplinary Optimization Technical Committee of the American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA) is self-explaining. The definition states: "Optimal design of complex

engineering systems which requires analysis that accounts for interactions amongst the disciplines (or parts of the system) and which seeks to synergistically exploit these interactions".

## Multi-objective optimization

It is difficult to explain optimization techniques in a few words; there are plenty of books describing different methods and approaches.

Roughly speaking, to optimize means selecting the best available option from a wide range of possible choices. This can be a complex task as, potentially, a huge number of options should be tested when using a brute force approach. There are several sources of complexity, such as the computational difficulties in modeling the physics, the potentially high number of free variables, or a high number of objectives and constraints. Moreover, the coupling between disciplines can be challenging,

involving several complicating factors, such as the limitation on the computational resources, restrictions connected with the algorithms' capabilities and even a lack of communication between different departments. Often, engineers are so committed to a single position that they lack an overall picture of the optimization problem. Anyhow, the design analysis can be decomposed into different levels, where each "sub-structure" can be approached and optimized in a similar way. By using design automation procedures, the entire design process or the specific sub-problems can be analyzed systematically, by means of:

- Design of Experiments
- Optimization Algorithms
- Decision-Making Procedures

In a previous article, we explained how the Design of Experiments tool can help in preparing and executing a given number of experiments in order to

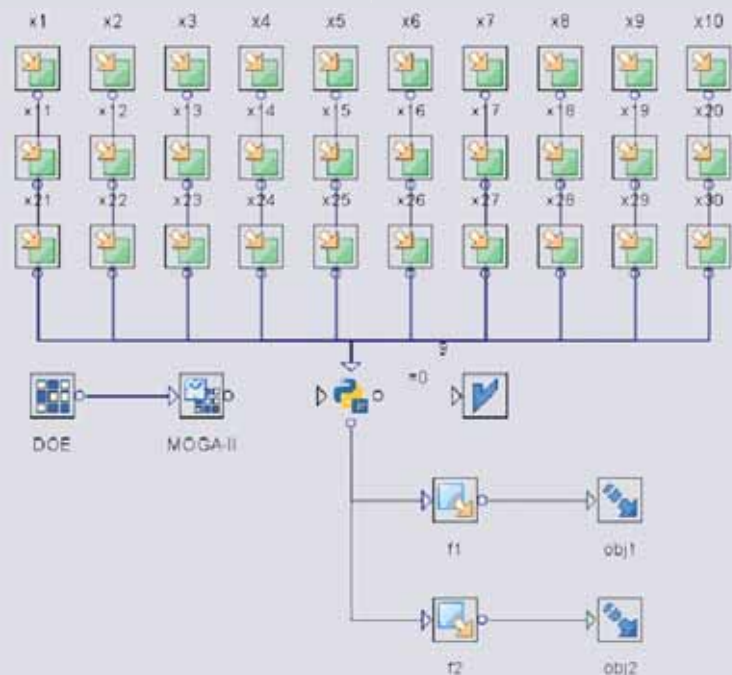


Figure 1: modeFRONTIER workflow describing a well-known ZDT1 multi-objective problem. This problem has 30 continuous input variables and two objectives. A complete description of this problem can be found in K. Deb's, "Multi-Objective Genetic Algorithms: Problem Difficulties and Construction of Test Problems", *Evolutionary Computation*, 7(3):205-230.



maximize knowledge acquisition. In this article, we focus on optimization algorithms and decision making procedures.

In order to help engineers and decision makers, old and new optimization techniques are studied and widely used in industries. Each optimization technique is qualified by its search strategy that implies the robustness and/or the accuracy of the method. The robustness of an optimization method is the ability to reach the absolute extreme of the objective function even when starting far away from the final solution. On the contrary, the accuracy measures the capability of the optimization algorithm to get as close as possible to function extreme. There are hundreds or thousands of optimization methods in literature, each numerical method can solve a specific or more generic problem. Some methods are more appropriate for constrained optimization, others may be suitable for unconstrained continuous problems, or tailored for solving discrete problems. A lot of "classical" optimization methods exist; these methods can be used provided that certain mathematical conditions are satisfied. Thus, for example, linear programming efficiently solves problems where both the objective and the constraints are linear with respect to all the decision variables. Other specific numerical methods can be useful for solving quadratic programming, nonlinear problems, nonlinear least squares, nonlinear equations, multi-objective optimization, and binary integer programming. Unfortunately, real world applications often include one or more difficulties which make these methods inapplicable. Most of the time, objective functions are highly non-linear or even may not have an analytic expression in terms of the parameters. The mathematical formulation of a general multi-objective optimization problem can be written as follows:

$$\min [f_1(x_1, \dots, x_n), f_2(x_1, \dots, x_n), \dots, f_k(x_1, \dots, x_n)]$$

$$\text{subject to } \begin{cases} g_1(x) \geq 0 \\ g_2(x) = 0 \\ x \in S \end{cases}$$

When  $k > 1$  and the functions are in contrast, we speak about multi-objective optimization.  $(x_1, \dots, x_n)$  are the variables, the free parameters, i.e. the quantities that the designer can vary. It is by modifying these values that the search for an optimum is performed. The variables can be continuous or discrete. The problem may even contain a mixture of continuous and discrete variables. This does not pose any extra difficulties in setting the optimization problem up, however, it may slightly restrict the user's choice of search algorithms.

Adopting a model with a large number of input variables may appear to give more freedom of choice for the final design. However, the more dimensions the parameter space implies, the more work will be involved in searching the space for optimum designs. In practice, the work and hence the computational cost, snowball as the number of parameters increases.

$(f_1, \dots, f_k)$  are the objective functions, the response parameters. These are the quantities that the designer wishes to maximize or minimize. For example, the designer can maximize the efficiency, the performance, or can minimize the cost, the weight. In multi-objective optimization problems, there are three possible situations: minimize all the objective functions, maximize all the objective functions, or minimize some and maximize others. For simplicity reasons, usually all the functions are converted to maximization or minimization form. Hence a maximization problem can always be transformed into a minimization problem with the following identity:  $\max f_i(x) = -\min(-f_i(x))$

$G_i(x)$  are the constraints. Equality and inequality constraints are the quantities imposed on the project, i.e. restrictions and limits that the designer must meet due to the norms, or by the particular characteristics of the environment, functionalities, physical limitations, etc. These restrictions must be satisfied in order to be able to consider a certain

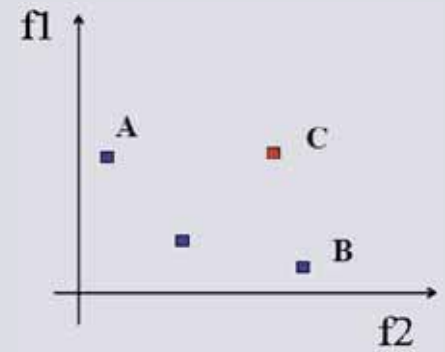


Figure 2: The concept of Pareto dominance. Point C is dominated by points A and B. A and B are better than C both for objective f1 and objective f2. A does not dominate B and B does not dominate A because A is the best point with respect to objective f2 and B is the best one with respect to objective f1. Hence, A and B are non-dominated and efficient solutions.

solution as acceptable. All the constraints define a feasible region. The designer can impose some general constraints such as the maximum admissible stress, the maximum deformation, the minimum performance. Or the designer can even impose some special constraints on the variables such as the total volume, the range for the thickness, and so on.

With a multi-objective problem, the notion of "optimum" changes as the aim is to find good compromises rather than a single solution. So, a multi-objective optimization does not produce a unique solution but a set of solutions. These solutions are called Pareto solutions, the set of solutions can be called both "trade-off surface" or Pareto frontier.

In the Pareto frontier, none of the points are "dominated". By definition we say that the design a dominates design b if:

$$[f_1(a) \leq f_1(b) \text{ and } f_2(a) \leq f_2(b) \dots \text{and } f_k(a) \leq f_k(b)]$$

$$\text{and } [f_1(a) < f_1(b) \text{ or } f_2(a) < f_2(b) \dots \text{or } f_k(a) < f_k(b)]$$

Roughly speaking, we can say that in the Pareto frontier none of the components can be improved without deterioration of at least one of the other components. Figure 2 shows the

concept of Pareto optimal dominance in a 2-dimensional space.

Pareto optimal solutions are also known as non-inferior, non-dominated or efficient solutions. These solutions may have no clear relationship besides their membership in the Pareto optimal set. Moreover, it may be difficult or even impossible to find an analytical expression of the surface that contains all these efficient points.

modeFRONTIER is a very powerful tool for multi-objective optimization, and it includes the most widely used methods. It offers an easy-to-use graphic user interface for describing the problem as shown in Fig. 1. modeFRONTIER contains both "classic" and metaheuristics methods for single and multi-objective optimizations. Metaheuristics methods are a new type of methods that have been developed since 1980. These methods have the ability to solve even difficult optimization problems in the best way possible. This is an important group of methods that has significantly contributed to the renewal of multi-objective optimization. Before, multi-objective optimization problems were solved only by means of weighted functions with which the problem is transformed into a single objective problem using weights  $w_i$ :

$$F(x) = w_1 * f_1 + w_2 * f_2 + \dots + w_k * f_k$$

This formulation seems to be very simple and easy to understand although it may seem like adding apples and oranges. And unfortunately, this simple formulation has several drawbacks. First of all, the weights are problem-dependent and must be empirically defined by the user. The user should even take care of normalization and this can be as complex as the global optimization because the range of variation of each function may be unknown. Last but not least, summing up functions even means summing up discontinuity. Until recently, considerations of computational expense forced users to use only this kind of weak approach.

However, newer and more ambitious approaches such as the so-called metaheuristics methods aim to optimize several objectives simultaneously, thus generating various points in the Pareto set. The class of methods includes among others: simulated annealing, genetic algorithms, particle swarm, ant colonies, evolutionary strategies, tabu search. They have some characteristics in common, such as to be at least partly stochastic and not to require to compute derivatives. Moreover, they are inspired by analogies with physics, or with biology or with ethology. Unfortunately, they even share the same drawback which is, usually, the high computation time required for convergence. This should be considered as the price to be paid in order to have a robust method that has the ability to overcome the obstacle of local optima. This problem is partially solved by the parallelization: in recent years, several ways of parallelizing various metaheuristics have been proposed.

All these metaheuristics are not mutually exclusive. It is often impossible to predict with certainty the efficiency of a method when it is applied to a problem. This statement is confirmed by the well-known "no-free-lunch theorem" (NFLT) developed by D. Wolpert and W. Macready. The theorem states that "[...] all algorithms that search for an extremum of a cost

*function perform exactly the same, when averaged over all possible cost functions."*

For this reason, modeFRONTIER includes a wide range of possible algorithms that can be selected for solving different problems. At present, the methods available in modeFRONTIER are:

- SIMPLEX
- Bounded-BFGS
- Levenberg-Marquardt
- Simulated Annealing
- Multi-Objective Genetic Algorithm (MOGA)
- Adaptive Range MOGA
- Multi-Objective Simulated annealing (MOSA)
- Non-dominated Sorting Genetic Algorithm
- Multi-objective Game Theory
- Fast MOGA
- Fast SIMPLEX
- Evolutionary Strategies Methodologies
- NLPQLP
- Normal Boundary Intersection (NBI)

Moreover, different algorithms can be even combined to obtain some hybrid methods. A hybrid method can try to exploit the specific advantages of different approaches by combining more than one together. For example, it is possible to combine the robustness of a genetic algorithm together with the accuracy of a gradient-based method, using the former for initial screening and the latter for refinements. Whenever possible, modeFRONTIER's algorithms can be used in parallel, to run more than one evaluation at once and to take advantage of available queuing systems.

### Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

As shown in figure 3, modeFRONTIER can look for a complete set of non-dominated solutions. However and obviously, after having found some

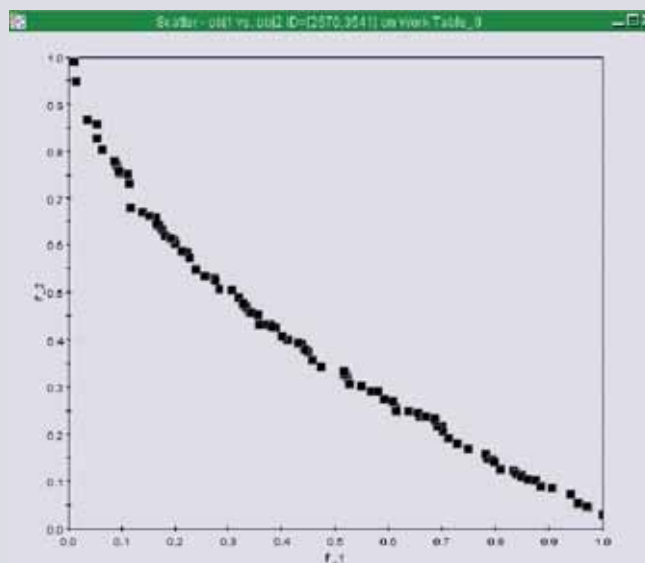


Figure 3: Pareto frontier of the ZDT1 obtained by using MOGA-II.



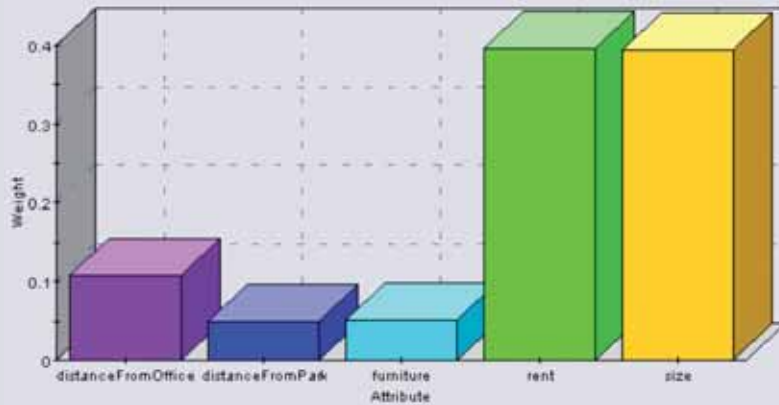


Figure 4: Decision Making Example. Choosing a flat to rent on the basis of the following criteria: size, rent, distance from the office, distance from open spaces such as parks and quality of the furniture. The DM can express pair-wise relationships between attributes such as “rent is twice more important than distance from open spaces” and “distance from the office is twice more important than distance from the nearest park”. This chart shows the automatic weights generated by modeFRONTIER according to DM choices, the final ranking depends on these weights.

solutions of the multi-objective optimization problem, we are facing some difficulties: although many efficient solutions exist, only one or a reduced number of final solutions must be selected.

As it is impossible to order the full range of available designs (at once), all Pareto optimal solutions can be regarded as equally desirable in the mathematical sense. Hence, we need decision makers (DMs) to identify the most preferred one among the solutions. The decision maker is a person who is able to express preference information related to the conflicting objectives.

Ranking between alternatives is a common and difficult task, especially when several solutions are available or when many objectives or decision makers are involved. The decision makers choose one reasonable alternative from a limited set of available ones; design decisions usually reflect the competencies of each decision maker. When more than one decision attribute exists, making coherent choices can be a very difficult task.

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) refers to the solving of decision problems involving multiple and conflicting goals, coming up with a final solution that represents a good compromise that is acceptable to the entire team. modeFRONTIER Multi-Criteria Decision Making allows the user

to classify all the available alternatives through pair-wise comparisons on attributes and designs. Moreover, modeFRONTIER helps decision makers to verify the coherence of relationships. To be coherent, a set of relationships should be both rational and transitive. To be rational means that if the decision maker thinks that solution A is better than solution B, then solution B is worse than solution A. To be transitive means that if the decision maker says that A is better than B and B is better than C, then solution A should be always considered better than solution C.

So, we can say that the Multi Criteria Decision Making tool provided in modeFRONTIER assists the Decision Maker in finding the best solution from a set of reasonable alternatives. It allows the correct grouping of outputs into a single utility function that is coherent with the preferences expressed by the user and it does not have the same drawbacks of a weighted function.

The following algorithms are actually available in modeFRONTIER:

- Linear MCDM to be used when the number of decision variables is small;
- GA MCDM which does not perform an exact search but is more efficient than the previous method.
- Hurwicz used for uncertain decision problems. This criterion represents

a compromise between the maximax and maximin criteria. The decision maker is neither optimistic nor pessimistic. With this criterion, the decision attributes are weighted by a coefficient that is a measure of the decision maker's optimism. For example, when the Hurwitz weight is equal to zero, the maximax criterion is used. With this criterion, the decision maker selects the design that represents the maximum of the best attribute. On the contrary, when the Hurwitz weight is equal to one, the reverse approach to the maximax criterion is used. The maximin criterion is based on the assumption that the decision maker is pessimistic about the future. With this criterion, the minimum value of the attributes for each designs are compared, and the design that produces the maximum of the minimum value must be chosen;

- Savage MADM used for the uncertain decision problems where both the decision states and their likelihoods are unknown. This algorithm examines the regret (i.e. losses) resulting when the value of the selected alternative is smaller than the optimized value. Then, the minimax criterion suggests that the decision maker should look at the maximum regret of each strategy selecting the one with the smallest value.

## Conclusions

The website [www.esteco.com](http://www.esteco.com) contains several examples of how to use Multi-Objective Optimization and Decision Making Process in Engineering Design. Most of the examples are slanted towards applications in fluid dynamics. However, this only reflects some of the research interests of the original authors since multi-objective optimization problems and the coupling of these techniques with modeFRONTIER can be much more general.

For further information:  
Silvia Poles  
[info@esteco.com](mailto:info@esteco.com)

# Nuovo sito della rete Europea di modeFRONTIER

www.network.modefrontier.eu è il nuovo sito della rete europea di modeFRONTIER. Il network, che trova anche in questo strumento un punto di contatto e condivisione di esperienze legate alle tecnologie CAE a livello europeo, è sostenuto da EnginSoft per la promozione e diffusione del software modeFRONTIER, sviluppato da ES.TEC.O. e per offrire servizi altamente qualificati in settori specifici della sperimentazione virtuale. L'esperienza ed il know-how di cui si avvale il network è garantita dalle sue associate, in grado di coprire tutto il territorio europeo e di conoscere profondamente le singole realtà nazionali: EnginSoft, naturalmente, Esteco Nordic (Svezia), Esteco France (Francia), Esteco UK (Gran Bretagna), Esteco GmbH (Germania), Aperio Tecnología en Ingeniería (Spagna), Figes (Turchia).

Attraverso la diffusione di modeFRONTIER, si punta inoltre ad espandere la conoscenza della meto-

dologia PIDO (Process Integration and multiobjective Design Optimization), che costituisce la nuova frontiera del CAE e della prototipazione virtuale, in grado di innovare ed ottimizzare il processo progettuale e produttivo delle aziende.

La ricerca di una sempre maggiore integrazione tra i vari strumenti CAE è uno degli obiettivi centrali della rete da poco costituita, che sosterrà nuove alleanze, software e hardware, mirando ad un sempre migliore soddisfacimento dei suoi clienti e puntando, come rivela il simbolo che la contraddistingue, ad un futuro "dalle uova d'oro".

Indirizzo web:  
www.network.modefrontier.eu

*THE NEW WEB SITE OF THE MODEFRONTIER EUROPEAN NETWORK*  
www.network.modefrontier.eu is the new web site of the modeFRONTIER

*European Network This alliance, which identifies this tool as a reference point for sharing ideas and experiences regarding CAE technologies in a European scale, is supported by EnginSoft for the promotion and dissemination of the modeFRONTIER software, developed by ES.TEC.O. and to provide highly qualified services related to virtual prototyping specific sectors.*

*The expertise and know-how, the network is making use of, are guaranteed by its associated companies,*



*able to cover the whole European area and with a deep knowledge of the single national realities: EnginSoft, of course, Esteco Nordic (Sweden), Esteco France (France), Esteco UK (Great Britain), Esteco GmbH (Germany), Aperio Tecnología en Ingeniería (Spain), Figes (Turkey).*

*Through the dissemination of modeFRONTIER, the aim is to widen the knowledge of the PIDO (Process Integration and multi-objective Design Optimization) methodology, which consists of the new frontier of CAE technologies and virtual prototyping, able to innovate and optimize the design and productive process of any company.*

*The search for a more and more effective integration of the different CAE tools is one of the central objectives of the recently established network, which will also support new alliances (both software and hardware), aiming at better meeting its customers' needs and aspiring, as its distinguishing symbol reveals, to a "golden egg" future.*



# News from the modeFRONTIER Community

**JANUARY 2007**

## ***Inauguration and opening of ESTECO Frankfurt***

In January, ESTECO Germany opened its second and new office in Frankfurt am Main. The Management and Team were happy to welcome partners, customers and representatives from the Headquarters in Trieste to an informal inauguration on 1 February which turned out to be an informative and enjoyable evening for all. The opening of ESTECO Frankfurt will be followed by a press event on 26 February to which representatives of the German technical press and media are invited.

## **ESTECO France opened its office in the 7ième arrondissement of Paris**

Jocelyn Lanusse will be managing sales of modeFRONTIER for ESTECO France.

Jocelyn has more than 20 years of experience in CAD/CAE applications and technical sales. Jocelyn, who is a native of Troyes, prior to joining ESTECO, was Channel Manager France of MSC Software. ESTECO France started business operations with Jocelyn Lanusse and Elena Vergnon (Commercial Assistant) in January. The ESTECO France team and business will grow in the months ahead.

**FEBRUARY 2007**

**Cooperation with DYNARDO Dynamic Software and Engineering reconfirmed** DYNARDO, EnginSoft and ESTECO have confirmed to collaborate and hence the three parties signed an Addendum to the Technical Collaboration Agreement already in place since Spring 2006.

This way reliability related optimization problems will be addressed for the best, for a variety of industrial environments, and in particular for the automotive industry. DYNARDO is the developer of OptiSlang, an outstanding platform for CAE-based virtual product development. The collaboration aims at coupling OptiSlang with modeFRONTIER and thus to offer customers the best software

product for the ongoing evolution in virtual prototyping.

**MARCH 2007**

## ***modeFRONTIER seminars in Turkey - An initiative by EnginSoft S.p.A. and Figes A.S.***

As part of their joint initiative to launch the modeFRONTIER software product in Turkey, Figes and EnginSoft organize and host a first series of modeFRONTIER seminars in March in Istanbul and Ankara.

## **Launching partnership with FIGES in Turkey**

EnginSoft is delighted to collaborate with FIGES A.S., an engineering service provider with excellent expertise in finite element analysis and system modelling. Founded in 1990 and based in Bursa, Istanbul and Ankara, FIGES acts as representative for ANSYS Multiphysics, ANSYS CFX and MATLAB&SIMULINK for Turkey.

To establish multi-objective optimization techniques and to develop appropriate applications, EnginSoft and FIGES have signed a partnership agreement that will be effective as of 1 March 2007.

As part of their joint initiative to launch and promote modeFRONTIER in Turkey, several activities have been planned by EnginSoft and FIGES. A first series of modeFRONTIER seminars will be hosted by the companies in Istanbul and Ankara in late March. To further support the entire project, two full-time application engineers will be appointed by FIGES shortly. Furthermore, FIGES will contribute to the European modeFRONTIER Community with its know-how and experience in system modelling using MATLAB&SIMULINK. Also a joined-initiative is planned to develop a user interface for modeFRONTIER to address the needs of users dealing with applications in financial mathematics.

Both partners look forward to a long-term collaboration of mutual interest

## **modeFRONTIER in GREECE**

In mid February, PhilonNet Engineering solutions and EnginSoft have entered into a Trading Agreement to formally establish and define their collaboration.

Based in Athens, PhilonNet offers complete solutions in CAE, including services such as product sales, training, consulting and support. PhilonNet is a certified reseller of ANSYS as well as direct distributor of LSTC in Greece.

EnginSoft is very pleased to have found PhilonNet, as a valuable partner with outstanding expertise and local market knowledge to launch and promote, modeFRONTIER in Greece. To inaugurate their partnership, Stefano Odorizzi, General Manager of EnginSoft, will give a keynote lecture at the PhilonNet Users' Meeting which will be held on 19 April in Athens. In his presentation to the audience, Stefano will outline modeFRONTIER, and specifically its civil engineering related applications. A "real time" use of modeFRONTIER will demonstrate the erection procedure of the roofing of Athens' stunning Olympic Games 2004 Stadium - one of the city's well known landmarks.

and to establishing modeFRONTIER as the tool for process integration and design optimization in Turkey.

**APRIL 2007**

## ***APERIO Tecnología en Ingeniería (Spain) will be organising 3 modeFRONTIER presentation days***

These will be held in April in Bilbao, Madrid and Barcelona. These presentation days will present modeFRONTIER in general and will also present success stories from the sectors most represented by the attendees. A new approach will be used leaving up to the attendee vote the choice of the example they would like to get a demonstration of.

For further information: [info@modefrontier.eu](mailto:info@modefrontier.eu)



# modeFRONTIER Event Calendar

## UNITED KINGDOM

NAFEMS-Seminar - 14 March – Nottingham  
Quality and Reliability of CFD Simulations III  
Quantifying and Reducing Uncertainty  
A Joint NAFEMS – ERCOFTAC seminar  
<http://www.nafems.org/events/nafems/2007/ercoftac/>

19-20 March, Novotel London West Hotel  
STAR European Conference 2007  
[http://www.cd-adapco.com/minisites/ugm\\_eu/index.html](http://www.cd-adapco.com/minisites/ugm_eu/index.html)

## GERMANY

20-21 March - Haus der Wirtschaft, Stuttgart  
7 Stuttgart International Symposium Automotive and Engine  
Technology - <http://www.fkfs.de>

### NAFEMS-Seminars

- 26-27 March - Hotel Oranien, Wiesbaden Developments in CFD: Reliable use of CAD-based software including dedicated codes  
[http://www.nafems.de/Veranstaltungen/CFD07/cfd07\\_invitation.html](http://www.nafems.de/Veranstaltungen/CFD07/cfd07_invitation.html)
- 28-29 March - Hotel Oranien, Wiesbaden Reliable Use of Numerical Meods in Upfront Simulations – Contradiction – Challenge – Factor for Success  
[http://www.nafems.de/Veranstaltungen/Robust07/Robust07\\_einladung.html](http://www.nafems.de/Veranstaltungen/Robust07/Robust07_einladung.html)

17-19 April – Hamburg Messe and Congress - Aircraft Interiors Expo 2007-02-19  
<http://www.aircraftinteriors-expo.com/hamburg>

05-06 July - Congress Center Messe Frankfurt - EACC European Automotive CFD Conference - <http://eacc.fluent.com>

## TURKEY

### modeFRONTIER Seminars

- 27 March – Hilton Hotel, Harbiye Istanbul modeFRONTIER in Appliance Industry
- 28 March – Hilton Hotel, Harbiye Istanbul modeFRONTIER in Automotive Industry
- 29 March – Sheraton Hotel and Convention Center, Ankara modeFRONTIER in Aerospace & Defense Industry  
<http://www.network.modefrontier.eu/events/>

## SPAIN

### modeFRONTIER Presentation days:

- 17 April – Fundación Labein, Bilbao
- 18 April – Hotel High Tech Madrid Aeropuerto, Madrid
- 19 April – Hotel Hesperia Sant Just, Barcelona  
<http://www.network.modefrontier.eu/events/>

## FRANCE

17-20 April - Besancon (CCI-Doubs)  
First International Conference on Multidisciplinary Design Optimization and Applications  
<http://asmdo.free.fr/conference2007/index.htm>

22-24 May – Le Meridien Etoile Hotel, Paris  
ABAQUS Users' Conference 2007  
[http://www.abaqus.com/news/conf\\_07\\_main.html](http://www.abaqus.com/news/conf_07_main.html)

18-19 June – Congress Centre of La Villette, Paris  
IACC International Aerospace and Defense CFD Conference  
<http://www.iacc.ansys.com/>

## CANADA

22-25 May - Westin Bayshore Hotel, Vancouver, Canada - NAFEMS Worldcongress 2007  
<http://www.nafems.org/events/congress/2007/>

## SWEDEN

29-30 May – Gothenburg, Sweden  
6 EUROPEAN LS-DYNA Conference  
<http://www.erab.se/conference2007/>

*Meet ESTECO Nordic and DYNARDO Dynamic Software and Engineering, based in Weimar-Germany, at their joint booth!*

## GREECE

19 April - Athens - PhilonNet Users' Meeting 2007  
Keynote talk by Stefano Odorizzi, EnginSoft, presenting modeFRONTIER and specifically its applications in civil engineering. <http://www.philonnet.gr/>

14-15 June - Porto Carras Grand Resort Hotel, Sithonia, Halkidiki - 2nd ANSA & μETA International Congress  
<http://www.beta-cae.gr/>

For further information:  
[info@modefrontier.eu](mailto:info@modefrontier.eu)



# Introduction to Automatic Topology and Shape Optimization in CFD

As CFD methods become an essential contributor to the virtual design process, the application of automatic optimization methods offers significant benefits. Topology and shape optimisation by means of adjoint methods is the most promising way of tackling complex flow-geometry problems. Topology optimisation can be seen as a generalisation of shape optimisation, which not only deals with manipulation of a provided form, but also allows the derivation of an optimal component directly from the design space.

The general form of an optimisation problem also applies naturally to topology and shape optimisation:

*“Minimise a defined cost function by varying a number of defined design variables, obeying a set of fixed constraints”*

The major advantage of employing adjoint methods (a special way to calculate the sensitivity of the cost function to the design variables) is that the effort of finding the sensitivities for a required cost function is independent of the number of defined variables.

Transferred into the CFD world this can result in the following example setup:

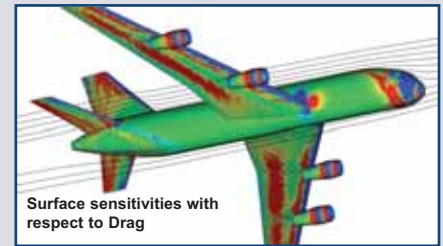
- Inlet and outlet positions are defined, fixed and used as constraints.
- The available space is volume meshed independent of any expected final solution. This differs from conventional CFD engineering practise. Thus the extent of the meshed volume acts as a de facto constraint on the topology to be extracted.

- Each volume cell in the available space is then assigned an individual momentum sink. Consequently, the number of mesh cells equals the number of design variables.

Using adjoint methods the sensitivity of the cost function (e.g. total pressure loss) is calculated for each cell. In this way “bad” and “good” cells can be identified and “bad” cells can be “solidified”. The result is that the “bad” cells are effectively removed from the domain, leaving a volume shaped to give an optimised cost as defined by a particular set of boundary conditions. This shape can then be extracted using appropriate quantities and used as a guideline or directly employed for CAD preparation. The method is suited for the following cost functions:

- pressure drop minimisation
- aero-dynamic drag minimisation
- velocity uniformity maximisation
- energy dissipation minimisation
- maximisation of local flow characteristics e.g. temperature, velocity
- aero-acoustic noise source minimisation

The topology optimisation method described above is limited in resolution by the cell size used to mesh the design space. As a result, the accuracy of its surface definition is limited to the local cell dimensions. However, in a second stage the newly created geometry can be re-meshed and a similar adjoint method used to find the sensitivity of the objective function to the motion of surface. These sensitivities can then be fed into an iterative mesh motion

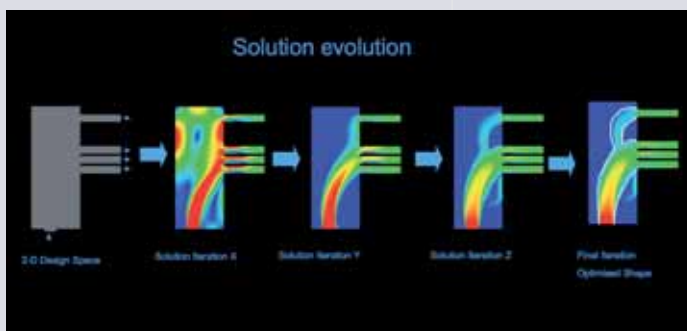


Shape Optimization

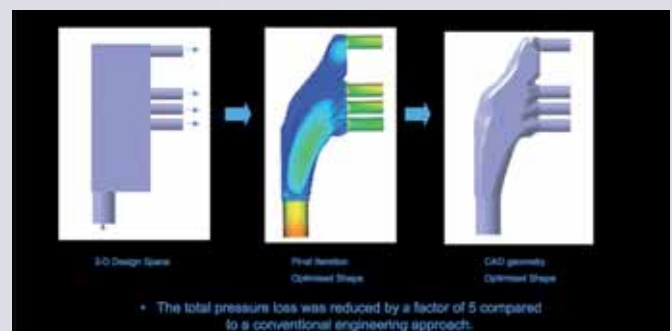
routine to arrive at a highly accurate optimal shape. In practise, a two-stage automatic optimisation process is available. Stage 1 can be considered as a pre-optimisation phase whereby the optimal topology is computed. In Stage 2 shape refinement takes place and the final shape is fully optimised. A number of successful industrial case-studies have been performed by ICON. These include HVAC duct (topology and shape) optimisation as well as full-vehicle aerodynamic (shape) optimisation. Although work is still ongoing, the methodology already offers many benefits for virtual product design in the future.

## About ICON:

ICON provides independent and confidential technology and process consulting. Since 1992, the company has been delivering tailor-made solutions and advice to OEM's, SME's and research organisations worldwide. We would like to thank our customers for allowing information about ICON's work to be distributed. For further information visit [www.IconCFD.com](http://www.IconCFD.com). For further information visit: [www.IconCFD.com](http://www.IconCFD.com)



2-D HVAC Split-Duct Topology Optimization



3-D HVAC Split-Duct Topology Optimization

# Electrolux: soluzioni innovative per rendere la vita più semplice

Electrolux è tra i maggiori produttori mondiali di apparecchiature elettriche per la cucina e la pulizia, quali frigoriferi, lavatrici, cucine ed aspirapolveri. Le soluzioni innovative di Electrolux hanno reso la vita più facile a milioni di persone in tutto il mondo fin dal 1919, anno in cui è stata fondata. Le statistiche confermano che attualmente i clienti in più di 150 nazioni acquistano più di 55 milioni di prodotti del Gruppo Electrolux per uso domestico e professionale. Il Gruppo Electrolux comprende famosi marchi di apparecchiature quali Electrolux, AEG, Zanussi, Frigidaire, Eureka. Tutti i prodotti e servizi di Electrolux rispettano la filosofia comune: offrire soluzioni innovative, fidate che aiuta-



no a rendere la vita più semplice e divertente. Prima di creare nuovi elettrodomestici Electrolux cerca di capire la vita di ogni giorno e come poterla migliorare: studiare a fondo i reali bisogni e i desideri dei consumatori, sviluppando soluzioni che aiutino a rendere la vita quotidiana più facile. Si arriva quindi alla realizzazione di frigoriferi che depurano l'acqua, forni dotati di guide telescopiche per i ripiani e aspirapolveri che puliscono autonomamente.

Electrolux è suddivisa in due aree di attività: Beni di consumo durevoli, che comprendono principalmente gli elettrodomestici di uso casalingo; i Prodotti Professionali, apparecchiature food-service per alberghi, ristoranti ed istituzioni, comprese anche apparecchiature per il lavaggio destinate alle lavanderie di condomini, lavanderie

self-service, hotel ed altri utenti professionali.

Ogni prodotto Electrolux è realizzato avendo ben in mente i consumatori e i loro bisogni. Questo approccio ha aiutato a fare del Gruppo Electrolux un grande produttore di elettrodomestici per cucine e per la pulizia.

Visitate il sito Electrolux all'indirizzo: [www.electrolux.it](http://www.electrolux.it)

## L'utilizzo di CATSTAMP nella DIVISIONE COOKING

La Divisione Cooking sviluppa e produce piani cottura, forni da incasso e stand-alone per il mercato europeo e statunitense. Molti particolari di questi prodotti sono costituiti da lamiera stampata, come i piani cottura,

i particolari strutturali dei forni o le stesse aperture frontali.

La progettazione di tali prodotti si avvale del CAD tridimensionale CATIA V5. Già in questa fase, i progettisti stessi utilizzano FTI CATSTAMP per prevedere in modo rapido la formabilità del componente, prima ancora che siano realizzati i prototipi tecnici e le produzioni di pre-serie. Tale approccio permette di valutare subito alternative al disegno di origine e diversi scenari di processo da parte dello stesso progettista senza mai abbandonare l'ambiente CATIA V5, infatti CATSTAMP aggiorna automaticamente i risultati dell'analisi non appena siano state in-



trodotte modifiche al modello nativo od ai vincoli di processo. Questa innovazione nel modo di sviluppare il prodotto permette di ridurre le incertezze della fase iniziale in modo rapido, senza dover attendere le complesse verifiche finali. Inoltre dalla simulazione di formatura è possibile ricavare informazioni sulla quantità di lamiera necessaria per la produzione e verificare l'opportunità di realizzare il componente in materiali meno pregiati di quello inizialmente scelto.

Tutto ciò è stato reso possibile dalla facilità di utilizzo di FTI CATSTAMP che si è tradotta in un veloce addestramento ed in una naturale adozione da parte degli utenti progettisti.

## Perché EnginSoft e FTI CATSTAMP in Electrolux

“Benché EnginSoft collaborasse da anni nel campo della simulazione con il nostro Gruppo, il nostro reparto non ne era mai entrato in contatto. Quello che abbiamo potuto apprezzare è stata la correttezza dell'approccio seguito, che ci ha permesso in tempi rapidi di renderci conto delle potenzialità di FTI CATSTAMP, di accedere all'addestramento e ad un periodo di test. In questa fase si sono confermate tutte le aspettative che avevamo nutrito su FTI, grazie a verifiche su particolari con storia già nota, a riscontri con le caratteristiche dei materiali ed a confronti serrati con i colleghi che seguono le attrezzature e lo stampaggio.” afferma l'ing. Roberto Piotti, Standards Platforms Director.

Aggiunge l'ing. Tiziano Toschi, Vice President Product Development Cooking: “EnginSoft e FTI hanno soddisfatto una esigenza sentita nella nostra Divisione: la riduzione dei tempi di sviluppo e una maggiore confidenza nella buona riuscita del prodotto senza sorprese nelle messe a punto di produzione. Siamo soddisfatti della scelta e contiamo di consolidare ed estendere questo metodo di lavoro.”



Tailor made.  
Progettati uno per uno.

Su misura.



L'utilizzo di modelli CAE sempre piu' complessi nelle quotidiane applicazioni dell'ingegneria necessita di infrastrutture computazionali efficienti, affidabili ed a basso costo.

E4 Computer Engineering si propone come una realta' italiana di eccellenza nell'integrazione di soluzioni dedicate al calcolo ad alte prestazioni (HPC); l'offerta di E4 si basa su un'estesa gamma di prodotti: workstation grafiche, server, storage, SAN, fino ai sistemi cluster "chiavi in mano" di grandi dimensioni, tutti progettati in base alla esigenze del cliente e testati secondo rigorose procedure per offrire soluzioni scalabili ed affidabili nel tempo garantendo il ritorno degli investimenti sull'hardware.

*The usage of ever more complex CAE models within daily engineering applications calls for computing infrastructures which are together, efficient, reliable and low cost.*

*E4 Computer Engineering excels at integrating solutions for the High Performance Computing (HPC); E4's range include a broad selection of products: from computer graphics Workstations, to server, storage, SAN, up to powerful custom built cluster systems, each one of them designed following the client's requirements and tested according to strict procedures, in order to provide scalable solutions which are reliable even as time goes by and guarantee a profitable return on hardware investments.*

**EL**<sup>®</sup>  
**COMPUTER**  
**ENGINEERING**

*The Professional Solution*

E4 computer engineering S.p.A. . Via Martiri della Libertà, 66 . 42019 Scandiano . Reggio Emilia . Italia  
Tel. +39 522 99 18 11 - Fax +39 522 99 18 03 . [www.e4company.com](http://www.e4company.com) . e-mail: [info@e4company.com](mailto:info@e4company.com)

# Simulation-Based Engineering Science. Quale futuro?

*'Revolutionizing Engineering Science through Simulation' is the report issued by the National Science Foundation Blue Ribbon Panel on Simulation-Based Engineering Science, or SBES. SBES is a discipline that focuses on the computer modelling and simulation of complex interrelated engineering systems and on the acquisition of data meeting specified standards of precision and reliability. SBES draws on advances in scientific understanding and incorporates that understanding into new approaches to problems in the engineering domain through computer simulation.*

*According to the Blue Ribbon Panel, we are on the verge of an enormous*

*required to advance modern simulation, and hence to restructure the engineering educational system or, at least, the life-long learning opportunity.*

Più che di evoluzione parla di rivoluzione il rapporto emesso, nel maggio del 2006, dal Blue Ribbon Panel della National Science Foundation. Il rapporto titola, infatti, 'Revolutionizing Engineering Science through Simulation'. Gli autori premettono che lo studio riferisce di fatti, opinioni e raccomandazioni che sono espressioni del punto di vista del Panel, e possono, quindi, non riflettere posizioni universalmente condivise. Se si guarda, però,

tenziali e sfide della SBES (Simulation-Based Engineering Science), e, dall'altro di evidenziarne i principali ostacoli allo sviluppo, fornendo raccomandazioni sul modo di promuovere le relative conoscenze nell'università, nell'industria e nei centri di ricerca.

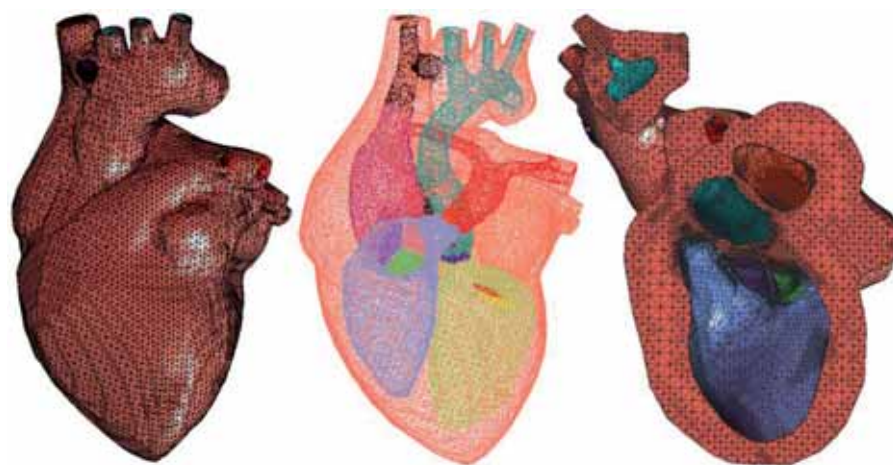
Il rapporto integrale (di circa 80 pagine) è disponibile per i membri di TechNet. Se ne riferisce qui in sintesi stretta, a cominciare dalla definizione di SBES: l'insieme delle discipline che forniscono i presupposti scientifici e matematici per la simulazione di sistemi ingegnerizzati; la fusione di conoscenze e tecniche dell'ingegneria tradizionale con le conoscenze e tecniche della 'computer science', della matematica e delle scienze fisiche e sociali. L'impatto già consistente di questi approcci nei diversi settori dell'ingegneria non è l'indice più rilevante delle potenzialità della SBES: ci sono, all'orizzonte, un gran numero di tecnologie che non possono essere capite, sviluppate, industrializzate ed utilizzate senza l'uso della simulazione. E si tratta di tecnologie che sono, o saranno, critiche per la leadership di una nazione in settori della scienza e dell'ingegneria, e che quindi costituiscono, o costituiranno a breve, un'assoluta priorità per ogni nazione.

## Dal prestigioso 'Blue Ribbon Panel' sulla 'Simulation-Based Engineering Science' della 'National Science Foundation' americana un rapporto autorevole che indica l'evoluzione attesa nel settore.

*expansion in our ability to model and simulate an almost limitless variety of natural phenomena. There is no wonder that independent studies into the future of the technologies are unanimous in their conclusions that computer modelling and simulation are the key elements for achieving progress in engineering and science. The challenges of making progress, however, are as substantial as the benefits. We must find methods for linking phenomena in systems that span large ranges of time and spatial scales. We must be able to describe macroscopic events in terms of subscale behaviors. We need better optimization procedures for simulating complex systems, procedures that can account for uncertainties. We need to build frameworks for validation, verification, and uncertainty qualification. We need methods for rapidly generating high-fidelity models of complex geometries and material properties. The challenge of making progress in the SBES field is but the challenge of facing the dramatic expansion of the knowledge base*

ai nomi dei costituenti il comitato, non si può non dare grande rilevanza al documento. Vi figurano, infatti, Thomas J.R. Hughes, Ted Belytschko, J. Timsley Oden, Jacob Fish, Chris Johnson, David Keyes, Alan Laub, Linda Petzold, David Srolovitz e Sideney Yip.

L'obiettivo assegnato, nell'aprile del 2004, al gruppo di lavoro è stato quello di esplorare da un lato benefici po-



*Modello ad elementi finiti di un cuore. Possono essere ricavate informazioni utilissime per la medicina cardiovascolare dalla dinamica del battito, con modelli capaci di descrivere il flusso del sangue e gli effetti di capillarità.*



*Simulazione dell'esplosione di un contenitore di acciaio riempito di esplosivo, interessato da un getto di aria calda.*

### Il 'payoff' della SBES in diversi settori.

Il rapporto inizia analizzando il 'payoff' della SBES in diversi settori:

- Nella medicina, in primis, nella quale la maggior parte delle malattie (cardiache, respiratorie, neoplastiche, ...) e delle relative cure (sia chirurgiche, che mediante cateteri, che farmacologiche) comportano reazioni fisiche complesse ed interazioni tra sistemi biologici dal livello molecolare alla scala dell'organismo. La simulazione ne può aumentare radicalmente la comprensione, e contribuire, quindi, al miglioramento delle cure. Passi importanti sono già stati fatti in alcuni ambiti, quali la genomica e la proteomica. La sfida d'oggi è l'applicazione della SBES alla medicina clinica ed allo studio dei sistemi biologici, a varia scala: cellulare, dei tessuti e dell'organismo.
- Nella sicurezza nazionale, in relazione allo sviluppo di sistemi che proteggano l'uomo e le infrastrutture, e, quindi, in relazione all'ambiente (ad esempio rispetto alla produzione di inquinanti), a catastrofi naturali (terremoti, uragani), alla gestione delle riserve d'acqua ed alimentari, alla distribuzione dell'energia. Sono ben

note le simulazioni real-time che possono essere fatte per identificare la risposta più razionale ad una situazione di crisi. A tendere l'obiettivo della SBES in quest'ambito può essere quello di mettere a punto la 'città digitale' comprensiva di ogni dettaglio, o, persino, dell'ecosistema digitale', gestendo, quindi, in estrema efficienza, le infrastrutture sociali, la risposta agli eventi naturali, e, più in generale, l'interazione con l'ambiente, sia a breve che a lungo termine.

- Nell'innovazione, quanto all'identificazione ed all'impiego di nuovi materiali, dove i modelli multiscala e la simulazione stanno trasformando la scienza e la tecnologia stessa di sviluppo. La SBES apre frontiere inimmaginabili quanto alla possibilità di manipolare materiali metallici, ceramici, semiconduttori, supermolecolari e polimerici, producendo strutture e sistemi con proprietà fisiche, chimiche, elettroniche, ottiche e magnetiche senza precedenti. La SBES è destinata a giocare un ruolo chiave nella nanoscienza, in quanto permette di legare metodi elettronico-strutturali necessari per trattare le nuove nanostrutture, e le relative proprietà funzionali, con tecniche sia a livello atomico che a mesoscala. In sintesi, i vantaggi dell'approccio SBES sono evidenti: la base concettuale della simulazione del comportamento dei materiali abbraccia tutte le scienze fisiche; i modelli multiscala sono quantificabili, e, quindi, le assunzioni empiriche possono essere sostituite da descrizioni basate sulla fisica; i fenomeni possono essere visualizzati evidenziando aspetti che non potrebbero essere evidenziati da nessun altro sistema di osservazione sperimentale.
- Nell'industria la SBES è ormai ovunque. La sua piena valorizzazione richiede, però: che si sviluppino sistematicamente modelli multi-scala; che si espandano i metodi oggi disponibili per la simulazione, a livello macroscopico, di processi manifatturieri, tenendo conto di comportamenti a livello meso e nano; che si

implementino sistemi capaci di trattare effettivamente l'integrazione di sistemi complessi in ottica di ottimizzazione multi-obiettivo, e di progettazione robusta; che si possa accertare la validità della sperimentazione virtuale attraverso tecniche di validazione, verifica, e qualificazione delle incertezze; che si migliori ulteriormente quanto disponibile per la generazione dei modelli, in relazione a geometrie complesse e/o a dimensioni complessive del modello, sia in sede di pre-processamento che di post-processamento.

### Opportunità, sfide e barriere della ricerca SBES

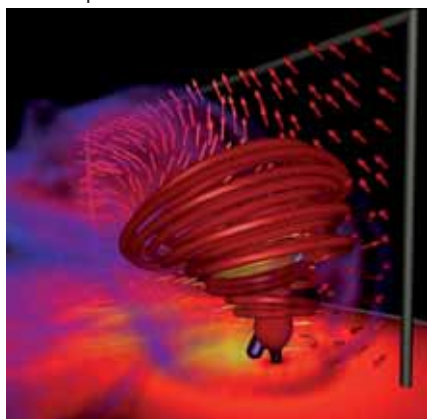
Il rapporto continua poi delineando gli aspetti fondamentali relativamente a opportunità, sfide e barriere della ricerca SBES. Al primo posto il tema della modellazione multiscala, presentato, addirittura come 'tirannia delle scale'. L'approccio del passato, nel continuo, è, ovviamente, del tutto inadeguato. Studi recenti hanno posto in evidenza quali siano le teorie applicabili a diversa scala, e, precisamente, a livello di quanti, a livello molecolare, o nel continuo. Nondimeno tuttora una grande quantità di fenomeni di estrema importanza rimangono non risolti: basti pensare, per tutti, alla modellazione della turbolenza. In quest'ambito sono necessarie nuove scoperte, diversamente, per molti approcci, si percorre una strada senza uscita.

Il tema della verifica, della validazione, e della quantificazione delle incertezze è, pure, di grande rilievo. Come si possono assumere decisioni, se manca la confidenza nella validità di quanto offerto dalla simulazione? La scienza, le tecnologie, e, in un certo senso, la filosofia della determinazione e quantificazione dell'affidabilità di una simulazione al computer, e, conseguentemente, della sua capacità predittiva, sono note, oggi, come V&V (Verification and Validation). I metodi della V&V sono imprescindibili alla crescita della SBES. Purtroppo il campo della V&V è a tutt'oggi una zona grigia e poco definita o poco definibile. Karl Popper, grande filosofo della scienza del ventesimo seco-



lo, soleva dire che una teoria scientifica non può essere validata: essa può essere solo invalidata. E questo principio si applica anche, ed a maggior ragione, al modello numerico con cui si vuole rappresentare un fenomeno fisico. Nondimeno ha senso sviluppare criteri e metriche di validazione, e così pure implementare, per quanto possibile, metodi che confinino l'impatto delle incertezze (soggettive ed oggettive).

Altro nuovo paradigma nella simulazione al computer è costituito dai cosiddetti 'dynamic data-driven application systems' (DDDAS), sistemi capaci, cioè, di includere forme di controllo con feedback simbiotico, in tempo reale, tra la sperimentazione virtuale e i dati acquisiti direttamente sul campo. Lo sviluppo di questa disciplina, rivoluzionaria per il settore, è appena agli inizi. Ad essa si potranno attribuire ricadute im-



Simulazione della turbolenza in un flusso di combustibile.

portanti (ed imprescindibili) rispetto all'accuratezza ed affidabilità della sperimentazione virtuale. Si nota, purtroppo, che, con marginali eccezioni, le linee di sviluppo attuali dei software commerciali non tengono conto di questa esigenza fondamentale della SBES. Occorre che l'atteggiamento dei produttori del software cambi radicalmente, ed essi si dispongano a considerare nuovi approcci 'out-of-the-box', e nuovi protocolli.

Deve cambiare anche l'atteggiamento degli utilizzatori dei sistemi software. Questi, quasi di regola, considerano i sistemi software come una 'commodity', che i produttori mettono a punto per categorie di problemi ben definite, spe-

cifiche e tra loro indipendenti. Questo tipo di codici commerciali, caratterizzati da una presenza sul mercato di lunga data, prospettano occasionalmente miglioramenti ed integrazioni: ma si tratta, per lo più, dell'aggiunta di nuove funzionalità. Essi non sono adatti a rispondere alle esigenze della nuova generazione di tematiche per l'ingegneria: l'approccio multiscala, l'interazione con i dati in tempo reale, ed il trattamento delle incertezze.

Altro aspetto da affrontare riguarda la gestione dei dati, prodotti in quantità enorme ed esponenzialmente crescente, e la loro visualizzazione. Si pensi non già alla crescita delle dimensioni dei problemi, ma ad approcci di tipo probabilistico: la quantità di dati prodotti è di svariati ordini di grandezza superiore a quella tipica degli approcci deterministici. Lo stesso dicasi per l'interazione in tempo reale con banche dati o sistemi di acquisizione dati. La visualizzazione è, sempre più, la sola chiave verso la lettura ed interpretazione dei risultati. Anche per essa non basta risolvere il problema della gestione grafica di modelli di dimensioni enormi: occorre trovare sistemi di visualizzazione adatti a rappresentare l'incertezza e l'errore, e capaci di gestire dinamicamente l'informazione.

Servono anche nuovi algoritmi, nuove 'ricette' per trasporre efficientemente processi matematici in processi numerici. Questo aspetto tende, spesso, ad essere sottovalutato, attribuendo maggior importanza alla crescita della velocità di elaborazione dell'hardware. Ma non è così, specie in relazione alle nuove frontiere della SBES.

### La crisi dell'esplosione delle conoscenze.

L'ultimo capitolo del rapporto tratta del ruolo delle conoscenze. E titola: "The crisis of the knowledge explosion", a segnalare quanto cresca e si estenda enormemente la base delle conoscenze necessaria a progredire, oggi, nell'impiego della simulazione al computer. È un'espansione che ignora i confini che separano le diverse discipline scientifiche, rigidamente compartimentate nell'organizzazione attuale dell'università,

che risulta, in ottica SBES, affatto 'medioevale'. Ovviamente modificare la struttura del sistema formativo universitario è impresa ardua. È auspicabile che, almeno, si guardi alla simulazione al computer come ad una nuova disciplina, e come ad un nuovo strumento ingegneristico indispensabile, e se ne faccia oggetto, quindi, della formazione permanente.

È consigliabile, inoltre, che alla figura dell'esperto di sperimentazione virtuale venga prospettata, dall'industria, una carriera specifica, e così alla ricerca multidisciplinare un ruolo nel contesto universitario.

### Conclusioni

Le conclusioni tratte nel rapporto – e confermate, in modo unanime, da studi analoghi di diversa provenienza – sono, da un lato, che la modellazione e la simulazione al computer sono elementi chiave del progresso nell'ingegneria e nelle conoscenze scientifiche, e dall'altro che le sfide relative sono altrettanto consistenti dei benefici.

Per gli autori del rapporto, l'urgenza di investire in questa direzione è rilevantissima.

Per il lettore europeo, vi sono, però, almeno due commenti ricorrenti nel testo che potrebbero inorgoglierlo – e che, comunque, inorgogliscono chi, per conto di EnginSoft, ha predisposto questa sintesi.

Il primo è che gli Stati Uniti sentono minacciata la supremazia in questo settore. Fatti recenti non possono non confermare che questo timore sia ben fondato.

Il secondo è che sul piano culturale e della formazione specialistica nel settore l'Europa è più avanti e più organizzata. Lo può essere, quindi, almeno anche dal punto di vista delle competenze nell'utilizzazione delle tecnologie, se non da quello della loro codifica. Da ultimo, per EnginSoft ed ES.TEC.O. merita osservare che progetti quali modeFRONTIER hanno saputo anticipare alcuni tra gli aspetti che nel rapporto sono indicati come fondamentali allo sviluppo della SBES.

Per maggiori informazioni:  
info@enginsoft.it



We would suggest the following bundle for the industrial sector:

### C4D Engineering Bundle Plus

For info and prices

Website: [www.grmstudio.it](http://www.grmstudio.it)

E-mail: [infoc4d@grmstudio.it](mailto:infoc4d@grmstudio.it)

Jurgen Schulz - formrad.com

## Take your advantage!

Just create high-resolution visualizations in record times!



You design, develop and construct products of the future. For engineering offices and large corporations alike, tomorrow's success is designed today.

Compared with integrated render solutions, the benefits of the CINEMA 4D Engineering Bundle's high-quality image output far outweigh any extra effort that may be required when switching to the Engineering bundle to render – an effort that will pay off in no time.

In fact, this extra effort bears a major advantage: CINEMA 4D's complete functionality can be accessed by simply switching from the Engineering Bundle's simplified interface to CINEMA 4D's standard interface!

You can use CINEMA 4D to model or animate new objects or take advantage of the wide range of additional modules and plug-ins.

Simply load your CAD object using one of the over 20 supported file formats.



Tel. 0424/75526 Fax: 0424/77135

[www.grmstudio.it](http://www.grmstudio.it) - e-mail [infoc4d@grmstudio.it](mailto:infoc4d@grmstudio.it)



VR XR10

# MAXON

3D FOR THE REAL WORLD  
[www.maxon.net](http://www.maxon.net)

# P.I.T.I.S. - CFD (Progettazione Integrata con Tecniche di Ingegneria della Sicurezza & Computational Fluid Dynamic)

*Fire Engineering is the application of scientific and engineering principles, rules, and expert judgements, based on the understanding of the phenomena and effects of fire and on human reaction and behaviour to fire, to protect people, properties and the environment from its destructive effects. Fire Engineering can mean many things to many people and covers a wide range of levels of knowledge and competence, including Fire Chemistry, Fire Dynamics,*

La Fire Engineering è il complesso di modelli, dati e criteri che permettono l'applicazione dei principi propri della scienza e dell'ingegneria alla protezione delle persone, dei beni e dell'ambiente dal fuoco.

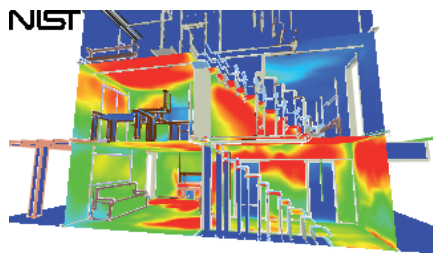
Rimasta per almeno vent'anni all'interno dei laboratori di ricerca e dei centri di progettazione dei grandi complessi industriali, negli ultimi tempi questa disciplina ha suscitato un improvviso aumento di interesse, dovuto sia ad

**Il progetto PITIS prevede la realizzazione di una piattaforma software che permetta di modellare i più disparati scenari di incendio e prevedere le conseguenze da essi causati**

*Active and Passive Fire Protection, Smoke Control, Fireground Operations, Fire Investigation, Fire Risk Assessment and Measurement, Fire Safety of Consumer Items, Energy Sources, Fire Safety Design and Management of Buildings, of Industrial Processes, of Transport Activities, of Cities and Communities.*

*There are few computer programmes used in this sector, and the key issue is the critical understanding of their assumptions and limitations, in so far as they affect fire safety.*

*The P.I.T.I.S. research project, launched by EnginSoft S.p.A., STIM Engineering and the University of Salento, aims at setting up a software platform which combines methods to generate fire hazard scenarios in fire risk situations, with the analysis, up to fully 3D CFD models.*



Time: 97.0

una maggiore sensibilità verso il problema sicurezza, sia alla maggiore potenza e flessibilità degli strumenti di calcolo.

La maggior parte degli strumenti attualmente in commercio schematizzano il fenomeno dell'incendio in una serie di macro-funzioni (calcolo del carico e della classe di incendio, dimensionamento e progettazione di impianti di rivelazione di fumo o calore, ecc.), la cui valutazione avviene in maniera sequenziale ed indipendentemente, risultando non idonei per un utilizzo orientato alla previsione attendibile degli effetti globali dell'incendio e delle scelte progettuali adottate.

In questo ambito si inserisce il Progetto P.I.T.I.S., con cui EnginSoft S.p.A. unitamente a STIM Engineering di Bari ed all'Università degli Studi del Salento, mira alla realizzazione di una piattaforma software che permetta, inserendo o acquisendo le informazioni di input sulle geometrie e le condizioni al contorno, di modellare i più disparati scenari di incendio e prevedere le conseguenze da essi causate in termini di: sollecitazioni strutturali dovute al cedimento termico, rischio per gli occupanti a causa della propagazione dei fumi e dell'esposizione al calore, ecc.

Il software prodotto sarà uno strumen-



to di previsione di scenari che integrerà e gestirà, in unico ambiente, due diversi codici sviluppati ad hoc, che risultano complementari come campo di applicazione, sequenziali come procedura di utilizzo, ma reciprocamente necessari ai fini della massimizzazione delle prestazioni, in termini di risultati, dello strumento nel settore della Fire Engineering.

I due codici sono rispettivamente:

- il codice fluidodinamico che, utilizzando tecniche CFD (Computational Fluid Dynamics), permetterà di risolvere le equazioni di conservazione della massa, dell'energia, della diffusione delle specie, ecc., applicate al fenomeno fisico e chimico dell'incendio;
- l'algoritmo generatore di scenari, che gestirà autonomamente i dati di input ed i risultati del codice fluidodinamico, per produrre un ventaglio di possibili soluzioni di confronto, che supporteranno l'utente nelle scelte progettuali.

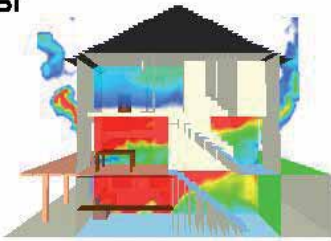
Grande interesse al progetto P.I.T.I.S. è stato dimostrato, tra gli altri, dal Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Lecce, molto attivo nel campo, vista la recente sottoscrizione di un accordo con l'Università degli Studi del Salento, per la realizzazione di un "Laboratorio avanzato di Fluidodinamica degli Incendi", ovvero un centro specializzato presso cui studiare il "fenomeno incendio" con le nuove tecniche di Fire Safety Engineering. Scopo dell'attività di ricerca sarà quindi il produrre uno strumento che, utilizzato dal Corpo

Nazionale dei Vigili del Fuoco, supporti la formulazione di pareri tecnici ed accertamenti normativi e che utilizzato dai progettisti di Fire Engineering, agevoli la valutazione delle condizioni di rischio, delle prestazioni dei sistemi e dei coefficienti di confidenza, migliorando complessivamente il livello di sicurezza generale delle misure antincendio attraverso lo sviluppo di nuove metodologie.

Il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Lecce, in virtù dell'accordo suddetto, oltre a verificare e supervisionare ogni fase del progetto, sarà il "Comando pilota" presso cui sperimentare la nuova piattaforma software.

Per ulteriori informazioni:  
Ing. Fabio Damiani  
info@enginsoft.it

NIST



Time: 150.0

NIST



Time: 16.3

NIST



Time: 37.0

## Simulazione del processo di cataforesi: conclusione del Pilot Project presso Fiat Group Automobiles

*THE SIMULATION OF THE CATAPHORESIS PROCESS: PILOT PROJECT CONCLUSION AT FIAT S.P.A.*

*The Fiat S.p.A. pilot project, now coming to an end, with the support of EnginSoft and CADFEM, focused on the advanced electrocoating process. The aim was to apply simulation tools to the analysis of the cataphoresis process, to achieve an improvement in product quality (free-of-defect underbody), saving time and money at the same time. The information obtained in this way proved to match well the experimental data, providing also a satisfying validation method in view of better performance and future integrations (thermal drying or ultraviolet curing).*

Durante gli ultimi anni si è assistito anche in campo Automotive ad una drammatica riduzione dei tempi di sviluppo progetto.

La contrazione avvenuta tra Concept e Time To Market ha spinto sempre di più le case automobilistiche verso un incremento del Virtual Prototyping, possibile grazie anche ai nuovi e potenti strumenti messi a disposizione nel campo della simulazione numerica.

L'approfondita analisi dei fenomeni che ne consegue consente di realizzare un notevole Cost Saving, grazie a diversi fattori:

- riduzione del numero di prototipi fisici
- miglioramento della confidenza nei budget di sviluppo
- anticipazione delle eventuali criticità nelle prime fasi progettuali

Questi sono i presupposti che hanno spinto Fiat ad indagare sugli strumenti

attualmente disponibili per la simulazione in un'area avanzata, certamente non standard, quale quella relativa ai processi di verniciatura.

In particolare, in questa prima fase progettuale, il problema è stato focalizzato sulla simulazione del processo di verniciatura elettroforetica di una scocca, denominato cataforesi (Electrocoating).

In realtà sono attualmente disponibili strumenti per integrare il processo analitico con i successivi passaggi di Thermal Drying oppure di Ultraviolet Curing.



Electrocoating

La cataforesi rappresenta il più importante strumento di protezione dalla corrosione della scocca e delle parti mobili di un veicolo, specialmente per quanto concerne le zone interne di scatoletti metallici, non raggiungibili dai successivi trattamenti di fondo, smalto e trasparente.

L'impiego di tecnologie computazionali consente attualmente di avere informazioni attendibili, con largo anticipo rispetto alle verifiche fisiche, sulla localizzazione di eventuali criticità (scarsa copertura del substrato, bolle d'aria, ...).

Questo consente di intervenire con la richiesta di modifiche opportune (es. fori o asole aggiuntive) in una fase iniziale di progetto, minimizzando i costi dell'intervento.

Ovviamente l'introduzione di una nuova tecnologia nell'ambito di un processo di sviluppo prodotto richiede doverosa cautela legata alla comprensione di dettaglio delle singole operazioni, in termini di:

- definizione delle informazioni tecniche necessarie all'applicazione del software
- qualità ed affidabilità della risposta della simulazione
- pianificazione e creazione di un team interno in grado di operare efficacemente con i nuovi strumenti



Thermal Drying or Ultraviolet Curing

Tracciare le linee guida per dare risposta alle precedenti domande è stato l'obiettivo del progetto pilota che ha coinvolto sia Fiat nelle fasi sperimentali, con il valido supporto di PPG come fornitore del prodotto, sia Enginsoft ed il partner Cadfem nella conduzione delle simulazioni.

Possiamo riassumere sinteticamente le fasi del progetto in queste fasi:

- preparazione del modello di scocca del veicolo
- determinazione delle caratteristiche del bagno di linea
- determinazione delle caratteristiche della vernice impiegata
- modello completo della scocca immersa nel bagno di cataforesi
- simulazione del passaggio della vettura tra gli anodi per un tempo tipico di una normale verniciatura elettrolitica

A simulazione avvenuta gli spessori di vernice calcolati dal software sono stati confrontati con gli stessi rilevati sperimentalmente.

Ovviamente per poter confrontare in modo affidabile i risultati dei due approcci le condizioni al contorno devono

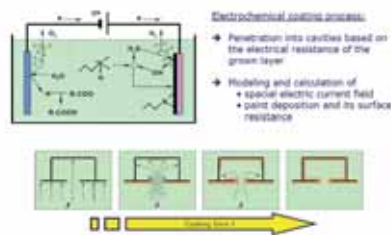
essere le stesse. Questo implica che geometria, dimensioni e descrizioni della scocca e della vasca, caratteristiche della vernice e conduzione dell'impianto reali devono essere le stesse introdotte nell'approccio simulato.

Per il progetto pilota, nell'ottica di ridurre tempi e costi dell'intera attività, senza perdere in affidabilità della risposta, è stato scelto di trattare un underbody al posto di una scocca completa.

Le caratteristiche fisiche della vernice sono state determinate tramite opportuni test di laboratorio, studiando la cinetica di crescita del film su provini in acciaio zincato, posti all'interno di uno specifico textbox.

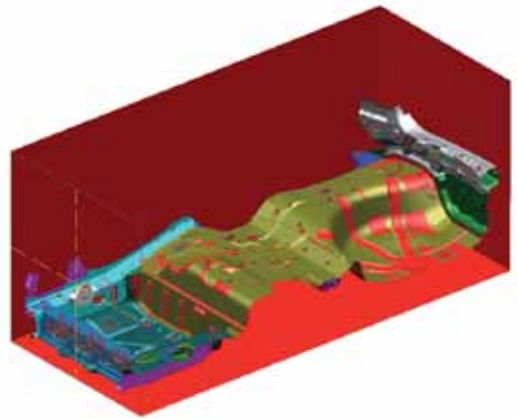
Variando la distanza tra le piastre metalliche, il potenziale e le modalità di applicazione dello stesso, si è stati in grado di determinare il coefficiente di resistività elettrico, quello di deposizione ionica e la resistività dello strato bagnato, parametri necessari alla descrizione del comportamento della vernice durante la simulazione.

Il fenomeno della cataforesi è descritto sinteticamente nell'immagine seguente:



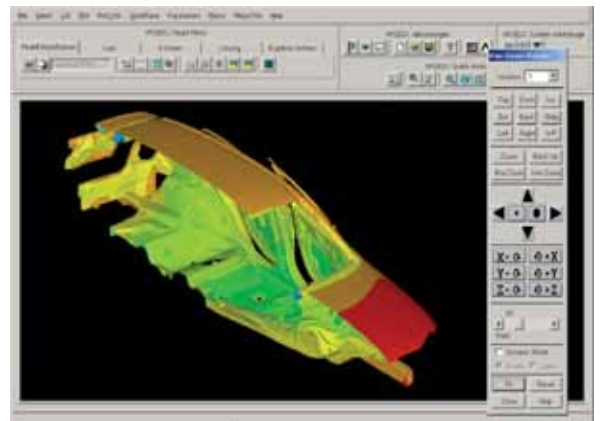
Il valore del potenziale elettrico locale sulla superficie catodica genera una densità di corrente responsabile dell'abbassamento di pH e della deposizione di uno strato di vernice.

Sostanzialmente l'analisi è un transitorio non lineare di elettrodeposizione; gli effetti di non linearità sono legati alla variazione della resistività elettrica



locale sulla superficie catodica, causata dall'aumento dello spessore del film di vernice.

Durante ogni iterazione, per effetto del potenziale elettrico all'intorno del ve-



colo, sarà ricalcolata la densità di corrente all'intorno della cavità.

Al termine della simulazione gli output dell'analisi sono costituiti dalla distribuzione degli spessori di vernice, della resistenza elettrica dei singoli strati e dalla densità di corrente.

I risultati ottenuti e i rilievi sperimentali differiscono dell'ordine del +/- 5%, come è tipico delle simulazioni in cui si modella una situazione ideale (omogeneità delle caratteristiche della vernice) a confronto di un caso reale; tale risultato è stato colto con soddisfazione sia da EnginSoft, come valutazione della professionalità profusa, sia da Fiat, come validazione di un sistema revisionale atto a migliorare la prestazione prodotto e nel contempo capace di rappresentare un possibile mezzo tecnico alla riduzione costi.

Andrea Bertoglio, Fiat Group Automobiles

# HUM (Honda of the UK Manufacturing Ltd) adotta FTI COSTOPTIMIZER

## COSTOPTIMIZER

Material Cost Estimating Software

Dopo un'attenta valutazione delle tecnologie software presenti sul mercato, per il calcolo degli sviluppi e la determinazione del layout sul nastro dei propri componenti in lamiera, Honda of the UK Manufacturing Ltd (HUM) ha scelto COSTOPTIMIZER di Forming Technologies Inc. (FTI). Fattore determinante della scelta sono stati la velocità e la facilità con le quali utenti non esperti possono utilizzare il software. Partendo da modelli CAD 3D delle parti da stampare, infatti, COSTOPTIMIZER calcola con precisione forma e dimensione dello sviluppo e la migliore configurazione di incastro degli sviluppi sul nastro, permettendo così di rendere minima la quantità di sfridi di materiale e, quindi, di determinare e ridurre il costo per unità prodotta.

### Calcolo del fabbisogno di lamiera

COSTOPTIMIZER permette di importare modelli CAD ed utilizza la modellazione ad elementi finiti per calcolare con precisione la forma e le dimensioni dello "sviluppo" del componente in piano (blank) e quindi della quantità di lamiera necessaria per la sua produzione. In questa fase dell'analisi è inoltre possibile evidenziare eventuali problemi di formabilità, studiando la distribuzione delle riduzioni di spessore sul componente stampato indotte dal processo di deformazione. In uno stadio successi-

vo, una volta aggiunta allo sviluppo anche la porzione di lamiera necessaria per la movimentazione

del pezzo e per il controllo della deformazione (fuori-figura), si trova automaticamente la disposizione ottimale sul nastro (coil), cioè il miglior metodo di tranciatura progressiva delle figure. La disposizione trovata può essere ulteriormente elaborata sovrapponendo idealmente le figure o riducendo la larghezza del nastro, analizzando contemporaneamente le possibilità di riduzione della quantità di materiale necessaria per definire il pezzo. Prima dell'implementazione di COSTOPTIMIZER nel



renti alternative di fabbricazione: tranciatura dal nastro di una figura per colpo o due figure per colpo, diverse orientazioni delle figure, differenti passi di trancia, ecc.. Alcune analisi conducono anche a risultati inaspettati: in alcuni casi il layout ottimale risulta più

**COSTOPTIMIZER ha permesso di ampliare le possibilità di analisi e di valutazione dei costi dei componenti in lamiera nella fase di design del veicolo.**

processo di stima dei costi ci si doveva affidare a lunghi e noiosi calcoli e non si poteva mai verificare la correttezza delle indicazioni del fornitore sulla quantità di lamiera da acquistare.

### Risparmi sulla lamiera e sugli stampi

La disponibilità dei dati sugli sviluppi e le configurazioni di nesting su nastro ha permesso a Honda UK di confrontarsi con i fornitori e gli stampisti sugli aspetti tecnici di diverse strategie di produzione. Per esempio, l'adozione di una differente strategia di nesting può comportare una riduzione della larghezza del nastro di lamiera e delle dimensioni dello stampo e, quindi, risparmi sul costo del materiale e delle attrezzature di produzione. Inoltre l'analisi di differenti scenari del processo produttivo facilita l'individuazione di potenziali risparmi futuri su componenti simili.

### Valutazione delle alternative per ottenere risparmi sui costi netti

COSTOPTIMIZER è usato in Honda UK per l'esame di diffe-

complesso di quello originariamente previsto, ma combinato con una migliore resa del materiale in produzione, ha comunque permesso un risparmio sui costi del prodotto.

### Collaborazione con FTI

La stretta collaborazione con FTI nella fase di implementazione del software nel ciclo di sviluppo nuovo prodotto, ha permesso di eliminare velocemente qualunque dubbio sulle potenzialità che esso offre e, soprattutto, ha permesso di apportare miglioramenti alle sue funzionalità, massimizzandone così l'efficacia ed estendendone le applicazioni nelle varie fasi dell'industrializzazione.

I metodi tradizionali per la stima dei costi dei componenti in lamiera erano imprecisi e laboriosi. COSTOPTIMIZER ha permesso ad HUM di ampliare le possibilità di analisi e dei costi dei componenti in lamiera nella fase di design del veicolo.

Per ulteriori informazioni:  
Ing. Francesco Linares  
info@enginsoft.it



# Come ottenere getti con prestazioni migliori

## THE EXPLOITATION OF CASTING

*Design processes can be optimized by exploiting the full material performance: computing local properties and residual stresses empowers engine casting development. Castings are characterized by inhomogeneous mechanical properties and residual stresses. Due to local solidification and cooling conditions, a typical GJL250 crankcase experiences local tensile strength and residual compressive and tensile stresses. The irregular distribution of properties does significantly influence the behaviour of castings under load as well*

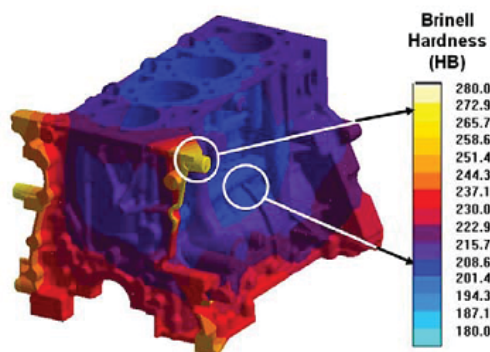


Fig. 1: La durezza prevista è oltre il limite di specifica FORD.

*as their durability performance. To reduce development cost and time, the inherent risks and the potential of production processes need to be identified and exploited long before SOP. The solution is "Integrated Casting Process Simulation", implementing casting simulation into FE analysis and fatigue calculation.*

### Le proprietà meccaniche dei blocchi motore in ghisa non sono mai uniformi

Nei componenti in ghisa, la differenza di spessore delle pareti e altri fattori di forma, hanno come conseguenze raffreddamento, solidificazione, microstruttura e proprietà disomogenee dall'inizio alla fine della colata. Alcuni

fattori inoltre, producono delle tensioni residue.

L'esperto di fonderia abitualmente segue alcune regole per evitare una microstruttura disomogenea e limitare le

**Con processi progettuali ottimizzati, si può raggiungere lo sfruttamento delle massime prestazioni del materiale. Il calcolo delle proprietà meccaniche locali e delle tensioni residue dei getti, consente maggiori evoluzioni alle fusioni di componenti motore.**

tensioni residue, ma spesso l'effetto è troppo modesto.

Le procedure CAE standard per lo studio di blocchi motore, tipicamente non tengono conto delle proprietà disomogenee e delle tensioni residue del getto, mentre l'ottimizzazione progettuale del motore risente in modo pesante del divario tra le previsioni CAE di durabilità e i risultati al banco di prova, nel contesto di un sempre crescente rapporto prestazioni/peso. Queste caratteristiche connesse al processo produttivo devono necessariamente essere note e venir conside-

rate nella fase iniziale del processo progettuale.

La chiave per superare questo limite è la "simulazione integrata del processo di colata". Questa tecnica permette di

predire le proprietà locali e le tensioni residue e di introdurre in un'analisi FEM e nei calcoli di durabilità.

**L'eccessiva durezza può causare problemi di lavorazione. Essi possono essere previsti ed evitati**

Il prototipo in ghisa di un blocco motore 4 cilindri, presentava valori massimi di durezza di 260 HB paragonabili ad un valore complessivo di 200 HB (calcolo con MAGMASOFT®). L'unico modo per rimanere entro i limiti della

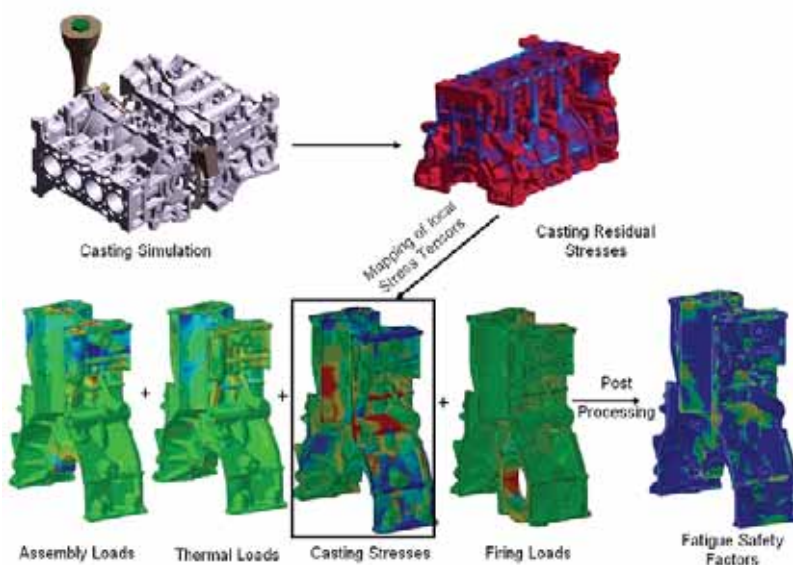


Fig.2: Simulazione integrata del processo di colata.

specifica FORD, è risultato essere un cambiamento progettuale. La simulazione di colata fornisce tutte queste informazioni in uno stadio iniziale del processo, evitando cambiamenti significativi in termini temporali ed economici.

### Le tensioni residue incidono sulla durabilità del pezzo colato

Un raffreddamento disomogeneo ed altri fattori che si generano durante il ritiro del getto nella forma, producono inevitabilmente delle tensioni residue.

sulla vita a fatica del pezzo colato può essere predetto correttamente solo integrando la simulazione del processo di colata con l'analisi CAE di durabilità.

L'analisi di durabilità, che include le tensioni residue, mostra Fattori di Sicurezza a Fatica (FSF) differenti da un'analisi svolta senza considerare le tensioni residue. In alcune sezioni, specialmente dove gli sforzi di trazione sono predetti attraverso la simulazione del processo di colata, i valori FSF raggiungono livelli limite. Questa "nuova"

caratteristica. Tipicamente il progettista meccanico suppone una distribuzione uniforme, ad esempio, della resistenza a trazione, a seconda della lega colata, ma la realtà è differente. L'esperto di fonderia fa attenzione che, ad esempio, in un blocco motore in ghisa GJL250, i 250MPa richiesti non calino. Allo stesso tempo, a causa della microstruttura disomogenea, in alcune aree del pezzo, questo valore verrà superato. Ciò porta alla situazione in cui sezioni non critiche, sono talvolta sovradimensionate, e si prestano ad una potenziale riduzione di peso a tutto vantaggio delle prestazioni e dei costi.

### In conclusione

I pezzi colati sono caratterizzati da proprietà meccaniche disomogenee e dalla presenza di tensioni residue. A causa di condizioni locali di solidificazione e raffreddamento, un tipico blocco motore in GJL250 presenta valori di resistenza a trazione da 220MPa a 340MPa, e tensioni residue tra 100MPa in compressione e 130MPa in trazione. La distribuzione disomogenea delle proprietà meccaniche influenza in modo significativo il comportamento dei getti nelle prove sotto carico, così come le loro prestazioni di durabilità. Per ridurre tempi e costi di sviluppo, i rischi inerenti e il potenziale dei processi produttivi devono essere individuati e sfruttati molto prima della fase di pre-serie.

La soluzione è offerta dalla "simulazione di processo integrata nella design chain", implementando la simulazione di colata nell'analisi FEM e nel calcolo a fatica.

EnginSoft, che distribuisce in Italia MAGMASOFT, è impegnata attivamente nello studio e applicazione della simulazione di processo nell'iter progettuale di componenti meccanici e motoristici, e mette a disposizione delle aziende interessate, le proprie competenze.

Götz Hartmann, MAGMA Aachen  
Ulrich Weiss, FORD Research & Advanced Engineering Europe  
Piero Parona, EnginSoft Padova

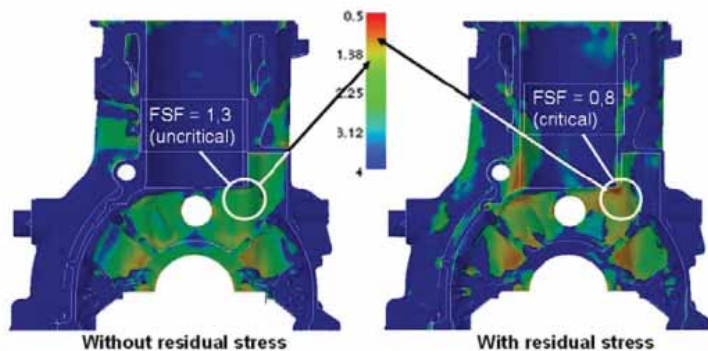


Fig.3: Rendere i calcoli di durabilità più affidabili: analisi delle tensioni residue

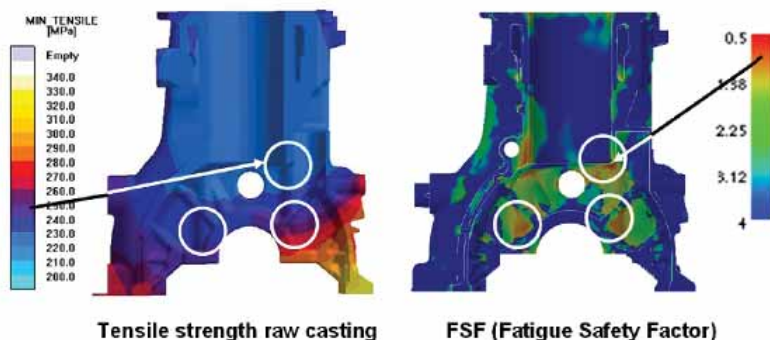


Fig.4: La resistenza locale dovrebbe garantire la durata a fatica

I valori di tensione locale possono essere predetti solo attraverso una simulazione del processo di colata, utilizzando avanzati modelli non lineari elasto/plastici dei materiali. In questo prototipo in ghisa del blocco motore, essi variano da 130MPa in trazione a 100MPa in compressione (calcolati con MAGMAstress).

Questi valori non sono necessariamente svantaggiosi, e possono anche essere favorevoli, specialmente quando sono coinvolte tensioni di compressione. L'impatto reale delle tensioni residue

immagine della probabilità di rottura è in ottima correlazione con la pratica di test del motore, e conferma la validità della procedura integrata per evitare modifiche basate su prove, con tempi e costi evitabili.

L'accuratezza della simulazione è stata validata attraverso misure estensimetriche. I valori calcolati e misurati sono stati trovati in un range di +/- 50MPa, che può essere accettato come soddisfacente.

Tutti i processi produttivi formano una distribuzione di proprietà meccaniche



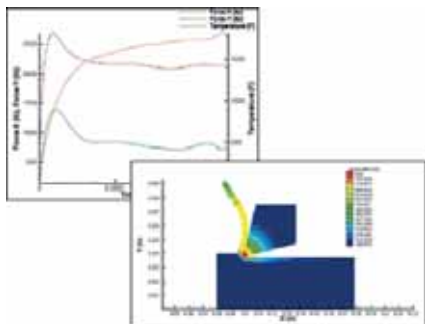
# La simulazione delle lavorazioni per asportazione di truciolo nel mondo dell'industria

*VIRTUAL MACHINING IN THE REAL WORLD: By using software that models machining passes, a Cessna plant unlocks real capacity by finding better parameters for its existing numerical control programmes.*

*Tool by tool, part by part, Cessna engineers are winning cycle-time savings by improving the efficiency of specific cuts. The engineers use a tool that allows easy search for better parameters. "AdvantEdge" software from Third Wave System enable the Cessna engineers to model cuts on computers instead of performing various*

**Usando un software che simula le passate di asportazione, uno stabilimento della Cessna scopre le sue reali potenzialità di produzione implementando nei Part Programs esistenti migliori parametri di taglio**

*test cuts on the machines. Only the Third Wave software was designed specifically with machining in mind. This made the mathematical modelling*



*Anche se il software è in grado di simulare la lavorazione con modelli 3D, Cessna sfrutta con successo la modellazione 2D, i cui risultati (esempio) sono qui illustrati*

*much easier to perform, as the computational mesh was already defined in the software.*

*Though 30 to 35 percent may be the average cycle-time savings, the modelling has produced extreme savings in a few cases, reaching up to a 80% for a titanium part production, using optimized speeds and feed rates of new carbide tools.*

Uno dei modi per aumentare la produttività delle lavorazioni per asportazione di truciolo è quello di incrementare o migliorare il parco macchine. Negli impianti produttivi della Cessna Aircraft's Pawnee Road a Wichita, Kansas, un investimento come questo è un avvenimento di routine. Tuttavia, il personale di questo stabilimento ha focalizzato la sua attenzione anche sulla crescita della capacità produttiva del parco macchine esistente. I segni di questa crescita possono non essere così visibili come nel caso di installazione di una nuova macchina, ma le prove del miglioramento possono essere rin-

tracciate in tutto lo stabilimento. Nello specifico, esse sono visibili sulle liste che sono affisse su alcune macchine attualmente in uso.

Le liste includono codici di prodotto e date. Ogni data indica quando il programma a controllo numerico per il codice corrispondente è stato rivisitato e reso più efficiente. Utensile per utensile, pezzo per pezzo, una matricola alla volta, gli ingegneri Cessna stanno ottenendo notevoli riduzioni della durata dei cicli di lavorazione attraverso un miglioramento dell'efficienza delle singole operazioni che li compongono.

Qualche volta questo miglioramento prevede la modifica dell'insieme di utensili ed inserti utilizzati. Il passaggio da utensili in HSS a utensili in carburo per lavorare i componenti in titanio ne è un esempio. Nella maggior parte dei casi, comunque, il miglioramento consiste in una semplice modifica dei parametri usati – le velocità di taglio e gli avanzamenti –. La riduzione del tempo ciclo risultante da un cambiamento di questo tipo, è general-

mente notevole, afferma Dhananjay Joshi, ingegnere di processo di Cessna. In media, studiare nuovamente ogni programma, modificando velocità di taglio ed avanzamenti, ha ridotto dal 30



*Questi sono alcuni pezzi in titanio che sono lavorati da Cessna Cominciando in alto a sinistra, spostandosi in senso orario, le riduzioni dei tempi ciclo ottenute grazie all'ottimizzazione dei parametri sono state rispettivamente del 59%, 31% e 46%.*

al 35% la durata totale del ciclo. Questo risparmio di tempo rappresenta capacità produttiva "ritrovata", perché ottenuta senza modifiche del parco macchine.

Tale incremento della produttività è stato ottenuto perché i precedenti parametri di lavorazione erano stati scelti impropriamente? Niente affatto. Essi erano stati selezionati secondo le migliori conoscenze a disposizione dello stabilimento in quel momento. Ma oggi, gli ingegneri usano un sistema che consente loro di ottimizzare velocemente e con facilità i parametri. Il software "AdvantEdge" di Third Wave Systems (Minneapolis – USA) permette agli ingegneri Cessna di modellare le modalità di asportazione al computer invece di condurre numerosi test sulle macchine utensili.

**La simulazione dei processi esistenti**  
Con così tanti Part Programs da analizzare - più di 100 sono stati quelli rivisti fino ad ora – dice Pravin Kulkarni, leader del gruppo Cessna, era chiaro che la simulazione delle lavorazioni



avrebbe apportato notevoli vantaggi. I responsabili delle decisioni presso lo stabilimento di Wichita si sono resi conto del potenziale della simulazione numerica, grazie al successo dell'applicazione dell'analisi ad elementi finiti allo studio ed ottimizzazione delle lavorazioni. Il gruppo di Mr. Kulkarni perciò ha esaminato diversi software FEA (Finite Element Analysis) che potessero essere applicati alla modellazione dei processi di asportazione di truciolo. Tra



Questi sono altri pezzi prodotti in Cessa nello stabilimento di Wichita. La riduzione del tempo ciclo per il pezzo in alluminio (sopra) è stata del 50% e del 35% per il componente in acciaio (sotto).

quelli esaminati solo il software di Third Wave era progettato specificamente per modellare correttamente tali processi e ciò ha reso la simulazione numerica alla portata di utenti non esperti di FEA. Il reticolo di calcolo (mesh) è automaticamente definito dal software. Di conseguenza, l'esecuzione di un'elaborata analisi matematica comporta solamente l'inserimento di informazioni normalmente disponibili in stabilimento riguardo i materiali, gli utensili ed i parametri, lasciando quindi al software l'esecuzione dei calcoli dei quali si analizzano soltanto i risultati. Per modellare così tante operazioni di taglio in modo efficiente e senza lunghi tempi di calcolo, Cessa fa un uso efficiente delle simulazioni 2D. Con AdvantEdge è possibile eseguire anche simulazioni 3D dettagliate, ma gli ingegneri di Cessa hanno imparato a fare assunzioni precise riguardo alle profon-

dità di taglio da adottare nella modellazione 2D, che permettono loro di simulare un notevole numero di scenari di processo in poco tempo. Tipicamente vengono eseguite 10 simulazioni per ciascuna operazione. Tale insieme comprende i valori derivanti dall'impostazione di una matrice di sperimentazioni virtuali 3 x 3, tre valori di velocità di taglio e tre valori di avanzamento, mentre la decima analisi corrisponde ai parametri usati in produzione.

I risultati di questa serie di esperimenti non predicano le prestazioni dell'operazione in modo diretto od assoluto, ma permettono il confronto tra indicatori di prestazione: i dati sulle temperature e le forze di taglio che le simulazioni producono. Gli ingegneri Cessa sanno quali forze possono essere adottate in ciascun caso, così la predizione delle forze tangenziali serve a verificare un determinato set-up della lavorazione.

Gli ingegneri guardano le temperature predette tenendo presente il limite sopportabile dal materiale dell'utensile utilizzato, poiché una temperatura troppo elevata può condurre alla formazione del tagliante di riporto che, come è noto, può danneggiare l'utensile o il componente. Inoltre, gli ingegneri usano la temperatura come indicatore dell'usura dell'utensile, servendosi della "decima" simulazione come linea guida.

Poiché la simulazione consente anche di misurare quanto calore viene generato dal taglio in corrispondenza dei parametri di processo già utilizzati in officina, possono essere valutati altri insiemi di parametri per osservare se essi comportano un maggiore riscaldamento dell'utensile. Se qualche insieme di parametri porta ad un tasso di asportazione di metallo (volume di materiale asportato nell'unità di tempo) maggiore rispetto all'operazione corrente, le forze di taglio sono entro le possibilità delle attrezzature utilizzate e la temperatura massima dell'utensile è inferiore o uguale a quella riscontrata nell'operazione corrente (decima simulazione), allora tale nuovo insieme di parametri costituisce una scelta miglio-

rativa. I nuovi parametri scelti tramite l'analisi dei risultati delle simulazioni sono verificati attraverso test di taglio reali e successivamente, con tutta probabilità, adottati in produzione.

Il personale di Cessa simula operazioni di fresatura e tornitura nel modo descritto. All'interno del database dei materiali del software sono disponibili i modelli di tutte le leghe dei componenti lavorati per asportazione di truciolo, leghe di titanio, alluminio e acciaio – un altro aspetto della facilità d'uso del software.

La riduzione media di durata del ciclo varia tra il 30% ed il 35%, ma in alcuni casi la simulazione ha prodotto risparmi eccezionali. Mr. Joshi cita l'esempio di un pezzo in titanio per la cui lavorazione era stato inizialmente scelto un utensile in acciaio HSS. La simulazione del processo, adottando i parametri raccomandati dai produttori per utensili in carburo, ha mostrato che la produttività cresceva in modo significativo, senza un corrispondente aumento della forza - che potesse comportare un taglio meno stabile. Sostituendo l'acciaio HSS con carburo, mantenendo i parametri suggeriti dal produttore, la durata del ciclo si è ridotta del 30%. Comunque, lo staff Cessa ha svolto in seguito le analisi con AdvantEdge per ottimizzare ulteriormente i parametri ed aumentare il rateo di asportazione.

Con i nuovi avanzamenti e velocità trovati – dice Mr. Joshi – la riduzione della durata dell'intero ciclo è stata dell'80%.

Il software Third Wave AdvantEdge™ è sostenuto in Italia da EnginSoft S.p.A.

*Peter Zelinski, Francesco Linares*

*\*Originally appeared in Modern Machine Shop magazine, copyright 2006 Gardner Publications Inc., Cincinnati, Ohio, USA.*

Per maggiori informazioni:  
Francesco Linares  
Lorenzo Benetton  
info@enginsoft.it



# EnginSoft diventa azionista di Composeering Inc.

EnginSoft diventa azionista di Composeering Inc., la società finlandese produttrice di ESAComp, sottoscrivendo una percentuale consistente di azioni. Stessa operazione è stata compiuta anche da CADFEM a dimostrazione del notevole interesse dei due principali attori del mercato europeo del CAE e soci fondatori di TechNet Alliance per una tecnologia software che, seppure con un campo di applicazione

SYS senza soluzione di continuità, offrendo funzionalità sia di pre-processamento che di post-processamento dell'analisi FE. Questa diviene quindi una fase naturale del processo di progettazione, a vantaggio dell'efficienza e della specificità dell'applicazione.

Le potenzialità di ESAComp agevolano il passaggio dalla progettazione concettuale a quella preliminare (selezione dei materiali, definizione del lay-up dei

zioni necessarie per l'analisi ed la progettazione dei compositi.

Lo sviluppo della parte centrale di ESAComp è stato condotto da un gruppo di lavoro sotto contratto con l'ESA/ESTEC capeggiato dal Laboratorio di Strutture Ultraleggere della University of Technology di Helsinki. La prima versione ufficiale di ESAComp è uscita nel 1998 e nel 2000, il lavoro di sviluppo è stato trasferito alla Composeering Inc., che funge anche da distributore del software e da fornitore dei servizi di supporto ad ESAComp.

## EnginSoft e CADFEM entrano a far parte dell'azionariato della società finlandese produttrice di ESAComp.

molto specifico, quale quello dei materiali compositi avanzati, presenta soluzioni integrate ed esclusive.

Come per la maggior parte dei settori industriali, anche progettisti e produttori di strutture in materiale composito avanzato devono affrontare la costante competizione esistente a livello mondiale che impone tempi di sviluppo sempre più serrati e livelli di qualità sempre più elevati a costi fortemente contenuti. Anche in questo settore la simulazione gioca un ruolo fondamentale, perché permette di prevedere sin dalle prime fasi progettuali prestazioni e costi dei componenti che si vogliono produrre.

Proprio per queste finalità è stato concepito e realizzato il software ESAComp. Esso consente, infatti, l'analisi e la progettazione di strutture in materiale composito, sia sotto il profilo meccanico e tecnologico, che sotto quello dei costi. Dal confronto di soluzioni alternative, già in sede preliminare, si può definire la soluzione ottimale, attivando da subito gli ordini per la fornitura dei materiali, e procedendo poi ad analisi di dettaglio attraverso i simulatori ad elementi finiti con cui il sistema si interfaccia direttamente. In particolare il livello di integrazione con i prodotti ANSYS è totale. ESAComp, permette di lavorare con AN-

laminati, analisi dei costi delle materie prime, ...), prevedendo le prestazioni strutturali delle soluzioni analizzate, compiendo analisi di elementi strutturali (travi, piastre rinforzate, ...) e di sistemi di collegamento.

ESAComp inoltre aggiunge specifiche capacità di indagine sui risultati prodotti della maggior parte dei codici commerciali per applicazioni FE, introducendo l'utilizzo di modi di cedimento, strumenti dedicati di calcolo e modelli numerici specifici per i materiali compositi.

Le origini di ESAComp sono da ricercare in un progetto voluto dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA/ESTEC), in cui è iniziato il lavoro di sviluppo per la realizzazione di un software aperto che potesse combinare sotto una unica interfaccia utente tutte le fun-

Attualmente ESAComp è utilizzato da oltre 150 aziende ed istituti in più di 20 paesi in tutto il mondo e copre distinte tipologie di mercato, dal settore aerospaziale, alle industrie automobilistica, navale, ferroviaria, etc., dai settori dell'istruzione e della ricerca a quelli delle nuove tecnologie emergenti o delle fonti energetiche rinnovabili. Alcuni dei clienti e degli utilizzatori di riferimento sono: Alcatel Alenia Space, Azimut Yachts, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CERN, Chinese Academy of Space Technology, Contraves Space, DIAB, EADS, ESA/ESTEC, Fischer Advanced Composite Components, HTS, Hytec Inc., ITIA-CNR, R.I.Na. (Registro Navale Italiano).

La presenza di una persona dello staff di EnginSoft all'interno del consiglio di amministrazione di Composeering permetterà di trasferire alla società finlandese le esperienze provenienti dalle profonde conoscenze delle esigenze dell'industria, in diversi contesti produttivi, orientando gli sviluppi futuri a ri-



spondere sempre meglio agli obiettivi ed ai requisiti indicati dai propri clienti.

EnginSoft è il distributore esclusivo di ESAComp per l'Italia, la Spagna ed il Portogallo.

Per ulteriori informazioni:

Ing. Marco Perillo  
info@enginsoft.it

### **EnginSoft - New shareholder of Componeering Inc.**

*EnginSoft, as well as CADFEM, has purchased a considerable amount of shares of Componeering Inc., the Finnish developer and producer of ESAComp, by subscribing a considerable amount of stocks.*

*ESAComp's main features allow: detailed simulations, from both the numerical and technological point of view; reliable predictions of material costs and performances from the very beginning of the design phase, looking for the optimum solution; total integration with ANSYS software, providing a wide range of pre- and post-processing functionalities. As ESAComp's exclusive distributor in Italy, Spain and Portugal, EnginSoft has made this step to further meet its customers' requirements and to orientate future developments.*

### **EnginSoft at JEC Composites Show 2007**

*The interest aroused by the composite materials sector is born out by sector-specific events organized to discuss the most innovative aspects of the composite industry in its countless applications. The most important of them is the yearly JEC Composites Show, that will see EnginSoft's participation not only as ESAComp distributor, but also supporting its subsidiary Esteco France, acting as modeFRONTIER French distributor. EnginSoft will highlight the role and the advantages of CAE integration into the design and manufacturing processes, with a clear reference to his own offer for the specific 'design chain'. This is based on ESAComp and ANSYS linked and controlled by modeFRONTIER. The new revolutionary approach is shown through a variety of industrial examples.*

# EnginSoft parteciperà in modo attivo al JEC Composites Show 2007



*EnginSoft at JEC Composites Show 2007 There are several events organized by the composite industry to discuss the most innovative aspects of the industry and its countless applications. The most important event is without doubt the annual JEC Composites Show. EnginSoft will contribute to this years' JEC as*

### **EnginSoft sarà presente alla manifestazione di Parigi con uno stand assieme a Componeering**

*ESAComp distributor and to support its subsidiary ESTECO France, the distributor for modeFRONTIER on the French market...*

Il JEC Composites Show 2007, che si terrà presso le Porte di Versailles nei giorni 3, 4 e 5 aprile, è chiaramente dedicato, come si intuisce dal titolo stesso ("Insieme per comporre il futuro dei compositi"), agli aspetti innovativi relativi a tutti i segmenti dell'industria dei composti, indipendentemente dal settore di applicazione.



Il JEC Composites Show concentra ogni anno su oltre 40,000 m<sup>2</sup> di spazio fieristico più di 900 espositori in rappresentanza delle più importanti imprese operanti nel mondo dei materiali compositi, compositi avanzati, compounds, resine, apparecchiature e soluzioni tecnologiche, ed è considerato unanimemente il salone internazionale di riferimento per il settore, con i suoi 25000

visitatori ad edizione provenienti da 85 paesi diversi.

EnginSoft quest'anno prenderà parte alla manifestazione in maniera più consistente rispetto alla scorsa edizione, intervenendo sia a titolo di distributore del software ESAComp a supporto dei partecipanti italiani sia nel ruolo di

supporter della consociata e neonata Esteco France, distributore francese di modeFRONTIER.

In questa doppia veste EnginSoft parteciperà al JEC Composites Show per presentare i propri applicativi software di interesse per il settore, ponendo in luce, in particolare, come essi si integrino nel processo progettuale e produttivo. Oltre al software, ovviamente, EnginSoft darà evidenza delle proprie competenze professionali, illustrando applicazioni industriali, progetti pilota ed iniziative di ricerca e trasferimento tecnologico in cui è stata od è coinvolta. Nello specifico il controllo della catena progettuale ottenibile combinando le tecnologie software ESAComp, ANSYS e modeFRONTIER è ritenuta essere la soluzione più completa, versatile ed attuale per il settore. EnginSoft disporrà, assieme allo staff di Componeering, dello Stand A34 per accogliere i propri clienti e tutti coloro che fossero interessati a conoscere più a fondo le potenzialità tecniche e gli aspetti innovativi delle soluzioni software proposte per il settore dei materiali compositi.

Per maggiori dettagli sul programma è possibile visitare il sito:  
<http://www.jecomposites.com/jec-show/>



# Identificare e risolvere i difetti di stampaggio con la simulazione: l'esperienza di Riganti con FORGE®

*Riganti S.p.A. again chose FORGE® to identify and solve die forming defects. The two following examples show how virtual testing, not only allowed material, cost and time savings, but also proved that the defects described may not depend on the chosen die forming process, but, for instance, on the die geometry itself.*



Riganti S.p.A di Solbiate Arno è una delle realtà italiane più importanti nello stampaggio a caldo di particolari in acciaio con la tecnica del maglio a contraccolpo. Le dimensioni dei pezzi prodotti fino a 1800mm ed i pesi fino ai 1000kg, visto il costo della materia prima e del processo di trasformazione adottato, rendono indispensabile una preventiva valutazione di fattibilità, con l'obiettivo di ridurre il più possibile il materiale di scarto, le versioni di pre-serie e l'energia richiesta alla macchina per stampare. L'approccio di simulazione FEM con il software Transvalor FORGE® guida ormai da 10 anni i tecnici di Riganti S.p.A. nelle scelte progettuali ed ha trovato e trova riscontro tangibile in un numero notevole di pezzi analizzati e migliorati grazie all'uso del software. La sinergia con EnginSoft

**Lo studio di simulazione ha dimostrato come il processo produttivo adottato non è responsabile dei difetti riscontrati nella lavorazione meccanica successiva.**

S.p.A., distributore per l'Italia del software FORGE® e riferimento tecnico d'eccellenza per utilizzatori e fruitori di servizi, ha consentito di affrontare tematiche avanzate come i due casi riportati nel presente articolo: un corpo riduttore nel quale è stato identificato ed eliminato un difetto interno di ripiegatura ed un albero a gomiti 8 cilindri, per il quale lo studio di simulazione, ulteriormente validato da un test sperimentale, hanno dimostrato che il processo produttivo adottato non è responsabile dei difetti riscontrati nella lavorazione meccanica successiva.

## Corpo riduttore con difetto su raggio bulino inferiore

Un primo particolare che è stato investigato mediante l'uso della simulazione FEM di stampaggio con FORGE®, è un corpo riduttore che viene utilizzato per la costruzione di verricelli per uso navale. In questo pezzo era stata riscontrata in produzione, in occasione della tranciatura del fondello interno, la presenza di una difettologia in corrispondenza del raggio di curvatura del bulino inferiore, come mostrato nell'immagine [Fig 1]. Nella foto si può vedere una inden-

tazione creata in fase di verifica per valutare la profondità del difetto.

È stata quindi condotta una campagna di simulazione con FORGE® per evidenziare le cause di formazione del difetto ed aiutare nell'identificazione di una soluzione operativa in grado di risolvere il problema. La forma assialsimmetrica del pezzo ha portato a semplificare il calcolo mediante lo studio 2D della sezione di rivoluzione, con tempi di calcolo nell'ordine di pochi minuti per ogni configurazione testata.

La barra di partenza è una billetta di diametro 200mm e di peso poco superiore ai 100kg. Il materiale è un acciaio C45, le cui curve di scorrimento a caldo sono state estratte dal database dei materiali incluso nel programma (oltre 800 leghe, acciaio, alluminio, rame, titanio, ...). La temperatura di uscita dal forno è stata impostata a 1200°C e per gli stampi è stata scelta una temperatura di 200°C. Per quanto riguarda la cinematica degli stampi, nel modello dedicato di FORGE® sono stati riportati i dati di targa del maglio a contraccolpo da 32000kgm utilizzato per la deformazione. Per consentire una previsione più



Fig. 1 - corpo riduttore - difetto nel pezzo reale



Fig.2 - corpo riduttore - posizione del difetto





Fig.3 - corpo riduttore - fibratura del materiale

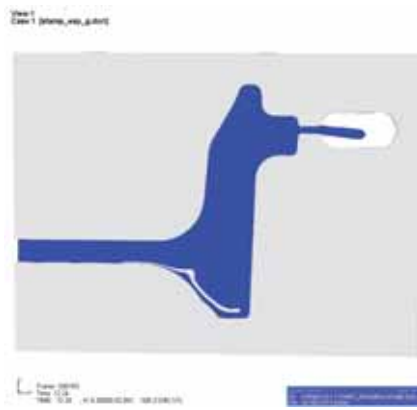


Fig.4 - corpo riduttore - marking-grid difetto

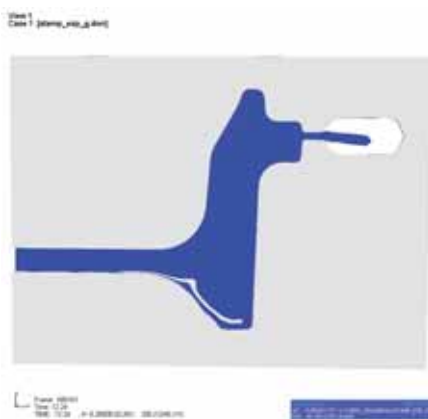


Fig.5 - corpo riduttore - conf. originale

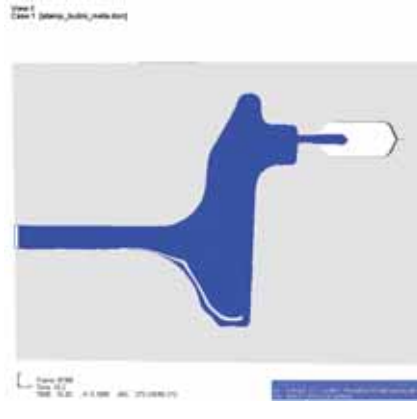


Fig.6 - corpo riduttore - cartella rialzata

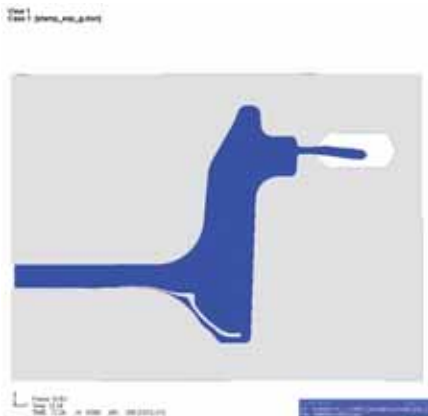


Fig.7 - corpo riduttore - conf. originale

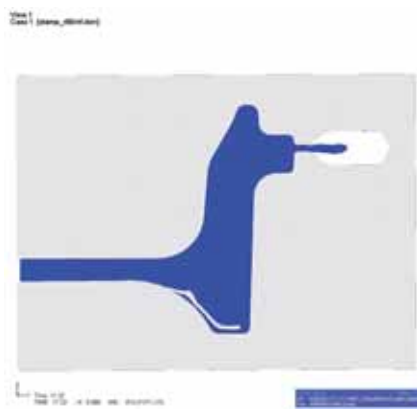


Fig.8 - corpo riduttore - raggio bulino inferiore aumentato

corretta del numero di colpi necessari ad ottenere il particolare finito, nel modello del maglio sono stati specificati una efficienza energetica per ogni singolo colpo, per tener conto delle differenti dissipazioni di energia tra i primi colpi di deformazione e gli ultimi di finitura, ed è stato specificato il tempo di

pausa (wait-time) tra due colpi successivi, per una corretto calcolo dello scambio termico del materiale. È stata infine specificata una condizione di attrito/lubrificazione che tenga conto delle condizioni presenti nel processo reale. L'analisi dei risultati ottenuti per la configurazione originale non ha mostrato

anomalie di riempimento dello stampo, indice della presenza di mancanze o ripieghe superficiali. L'attenzione è stata quindi rivolta all'analisi del flusso interno del materiale, mediante la verifica delle velocità istantanee di scorrimento (valori e direzioni di flusso). Per effetto della geometria impostata per il bulino, il materiale tende a riempire inizialmente la parte inferiore del pezzo. Tale materiale rimane quindi bloccato e si verifica uno scorrimento dell'acciaio verso la parte superiore del pezzo, verso la flangia superiore esterna. Lo strumento marking-grid consente di seguire la disposizione delle fibre del materiale nel corso dello stampaggio. Grazie a questo risultato, riportato nell'immagine [Fig3], il flusso differenziato di materiale sopra descritto risulta facilmente identificabile.

È stata quindi posizionata una ulteriore superficie nella zona del difetto ed i risultati ottenuti [Fig.4] hanno evidenziato come vi sia una sensibile ripiegatura sottopelle, legata ai sopra descritti scorrimenti di materiale.

Grazie alla simulazione è stato possibile testare in modo virtuale differenti soluzioni costruttive, risparmiando quindi i costi di lavorazione degli stampi e di fermomacchina per effettuare le prove di campionatura. La prima soluzione verificata è stata l'innalzamento della cartella interna. Tale modifica ha un effetto positivo di riduzione del difetto [Fig. 6], ma comporterebbe la costruzione di nuovi stampi, non essendo possibile l'aggiunta di materiale negli stampi esistenti. Tale soluzione, seppur migliorativa è stata quindi scartata.

Sono state quindi testate differenti ipotesi di modifica dei raggi di curvatura del bulino inferiore. Si è notato come un aumento dello stesso abbia effetti positivi sulla forma a cuspide del difetto, come è evidente nella figura seguente [Fig. 8]. È stato testato anche un aumento del raggio di curvatura del bulino superiore, ma i risultati ottenuti hanno mostrato un peggioramento nella zona del difetto: un raggio superiore non troppo elevato è utile per avere un contrasto in corrispondenza della zona di distacco del materiale, con conseguente



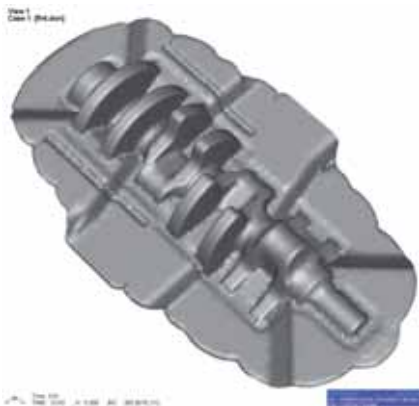


Fig.9 – albero 8 cilindri – forma simulata

limitazione della cuspidè del difetto di risucchio. È stata quindi deliberata una modifica di aumento del raggio del bulino inferiore, che ha consentito la completa eliminazione del difetto riscontrato. Tale esperienza è stata di seguito estesa a famiglie di pezzi simili per un miglioramento globale della qualità di questa tipologia di pezzi prodotti.

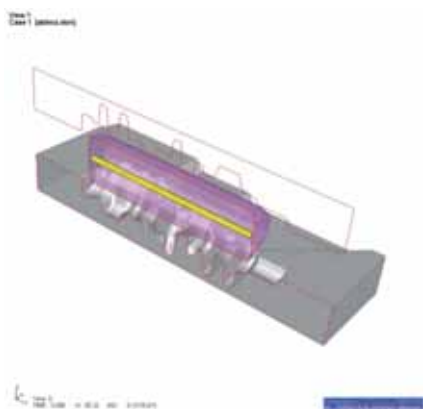


Fig.11 – albero 8 cilindri – nucleo della billetta

**Albero a gomiti con ricerca di difettologie interne**

Il secondo particolare è un albero a gomiti a 8 cilindri per uso automobilistico (settore produzione) in acciaio 42CrMo4 di un peso di circa 44kg. Prima di iniziare la produzione è stata effettuata una campagna di simulazioni, che ha consentito di validare una sequenza in 2 operazioni (abbozzatura e finitura), entrambe effettuate al maglio a contraccolpo da 25000kgm, rispettivamente con 5 e 6 colpi. Il particolare è stato quindi messo in produzione, verificando quindi la veridicità di quanto previsto dalla simulazione con il confronto della forma finale del grezzo.

Il cliente ha riscontrato dei difetti sporadici in corrispondenza del secondo perno di biella ed ha richiesto a Riganti una verifica del processo di stampaggio adottato. In particolare l'attenzione è stata focalizzata sulla valutazione della



Fig.10 – albero 8 cilindri – pezzo reale dopo tranciatura

posizione della parte centrale della billettera quadra di partenza, zona nella quale tipicamente si vanno a concentrare le impurezze dell'acciaio.

È stata quindi inserita nella barra di partenza una superficie cilindrica di diametro opportuno [Fig. 11] ed è stato effettuato un calcolo a-posteriori della modifica di questa superficie per effetto dello scorrimento del materiale.

Le immagini seguenti [Figg. 12 e 13] mostrano i risultati ottenuti dal calcolo della deformazione del nucleo centrale. In particolare si nota come il nucleo sia distante dalla posizione del secondo perno di biella (nella Fig, 13 è stata evidenziata la forma lavorata del secondo perno di biella). Il difetto riscontrato nel pezzo non può essere quindi imputabile al processo di stampaggio adottato.

A conferma e verifica dei risultati ottenuti con la simulazione, è stata effet-

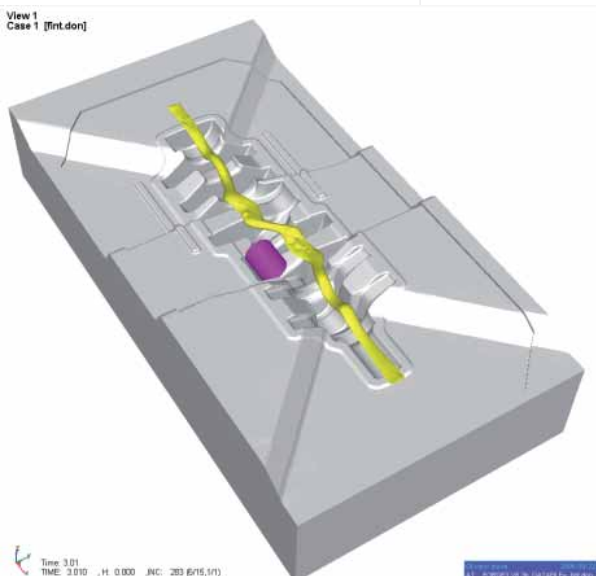


Fig.12 – albero 8 cilindri – nucleo posizione finale

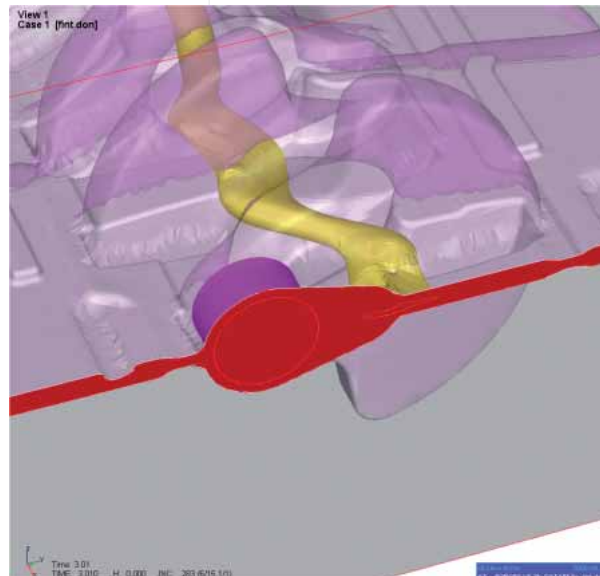


Fig.13 – albero 8 cilindri – nucleo e perno di biella



tuata una prova di stampaggio di un pezzo sperimentale: nella billetta di partenza è stata forzata un'anima di materiale inossidabile di diametro prossimo al nucleo da tracciare. Tale materiale ha una lucentezza maggiore dell'acciaio utilizzato nel pezzo ed è quindi facilmente rintracciabile a stampaggio effettuato sezionando il pezzo.

Il confronto tra simulazione e prova sperimentale su diverse sezioni significative ha mostrato una ottima corrispondenza di quanto previsto dalla simulazione: posizione, forma e dimensioni del nucleo ricalcano quanto ottenuto nelle prove sperimentali effettuate.

### Conclusioni

Franco Cermisoni è il tecnico progettista di Riganti SpA incaricato delle analisi FEM di stampaggio con il software FORGE®. Da ormai 10 anni la maggior parte dei nuovi particolari da produrre viene progettata e testata in modo virtuale con la tecnologia FORGE®, consentendo un notevole risparmio di risorse e migliorando in modo sensibile la qualità dei pezzi grazie alla previsione ed alla soluzione preventiva dei difetti di riempimento (mancanze, ripieghe superficiali, difetti interni e di fibratura). Le esperienze maturate dai tecnici di Riganti S.p.A. sono state molto utili a Transvalor per lo sviluppo di nuove funzioni del software dedicate allo stampaggio a caldo con maglio semplice, a contraccolpo e a doppio effetto, integrate in FORGE®. I due particolari presentati nel presente articolo dimostrano come l'identificazione e la correzione dei difetti di stampaggio sia possibile grazie alla simulazione. In particolare la validazione sperimentale del secondo esempio, l'albero a gomiti 8 cilindri, ha confermato la validità dell'approccio virtuale per la tracciatura dei difetti e, nel caso specifico, per dimostrare al cliente che la causa del difetto rilevato non sia imputabile al tipo di processo di stampaggio adottato.

Dario Bressan, Franco Cermisoni  
Riganti S.p.A.  
Marcello Gabrielli, Piero Parona  
EnginSoft S.p.A.

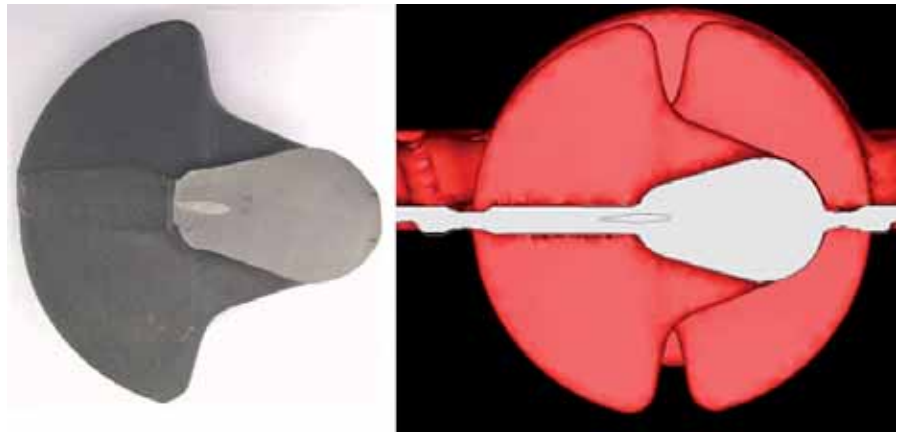


Fig. 14 – albero 8 cilindri – sezione trasversale A nucleo su 11° perno di biella – vista reale e simulazione

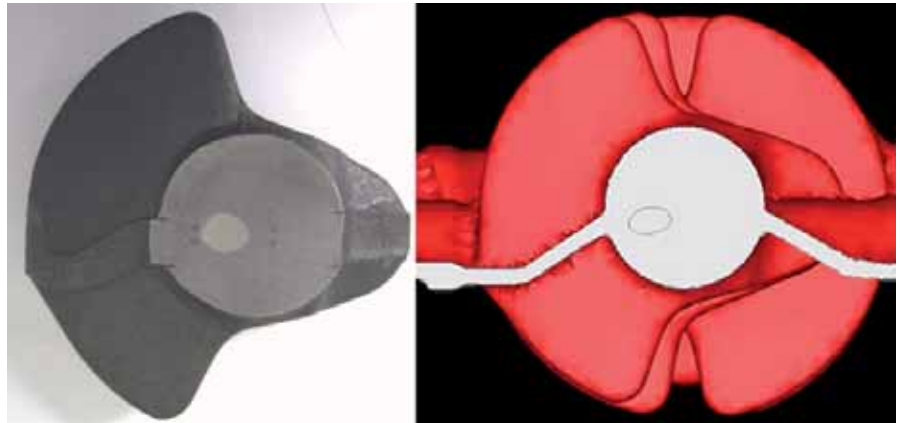


Fig. 15 – albero 8 cilindri – sezione trasversale A nucleo su perno di banco – vista reale e simulazione

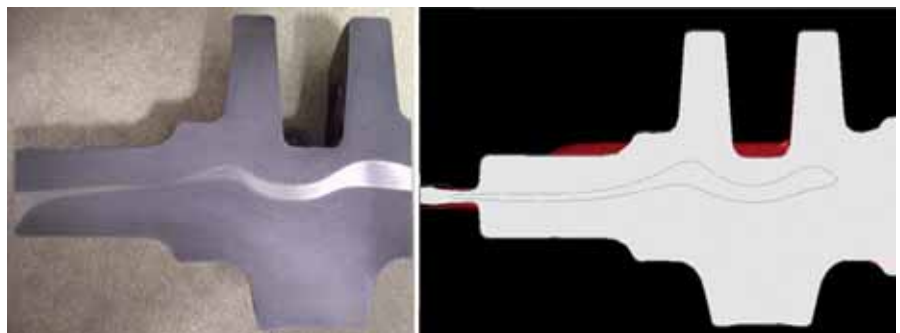


Fig. 16 – albero 8 cilindri – sezione longitudinale A nucleo – vista reale e simulazione



Fig. 17 – albero 8 cilindri – sezione longitudinale B nucleo – vista reale e simulazione



# Engineering Analysis with ANSYS Software

*Per sviluppare professionalmente un modello ad elementi finiti bisogna anzitutto conoscere i presupposti del metodo. Ma questo non basta, perché poi l'applicazione viene svolta con un software specifico, e di questo l'utente deve avere piena padronanza. Di qui l'utilità dell'addestramento diretto, e di ogni altro mezzo che possa facilitare l'apprendimento, e l'acquisizione di quella confidenza con lo strumento che è condizione indispensabile per poter stimare l'attendibilità dei risultati. Per questo il testo "Engineering Analysis with ANSYS Software" può essere di grande utilità agli utenti del software ANSYS. Obiettivo del testo è favorire la pratica applicativa. Per questo i singoli argomenti (statica, dinamica, CFD, termo-meccanica, contatto) sono trattati attraverso esempi descritti dettagliatamente ed integralmente riproducibili dal lettore.*

## A book that ANSYS users cannot miss

### Tadeusz Stolarski

Professor of Mechanical Engineering,  
Brunel University, UK

### Y. Nakasone

Professor in the Department of  
Mechanical Engineering, Tokyo  
University of Science

### S. Yoshimoto

Professor in the Department of  
Mechanical Engineering, Tokyo  
University of Science

### DESCRIPTION:

ANSYS software is widely used on mechanical engineering courses and in industry. For all engineers and students coming to finite element analysis or ANSYS software for the first time, this hands-on guide develops a detailed and confident understanding of using this standard engineering analysis tool. The best way to learn complex systems

is by means of hands-on experience. With an innovative and clear tutorial-based approach, this book provides readers with a clear introduction to all of the fundamental areas of engineering analysis they are likely to require either as part of their studies or in getting up to speed fast with the use of ANSYS software tools in working life.

Opening with an introduction to the principles of the finite element method, the book then presents an overview of ANSYS technologies before moving on to cover key applications areas in detail.

### Key topics covered:

- Introduction to the finite element method;
- Getting started with ANSYS software;
- Stress analysis;
- Dynamics of machines;
- Fluid dynamics problems;
- Thermo mechanics;
- Contact and surface mechanics;
- Exercises, tutorials, worked examples and more.

With its detailed step-by-step explanations, extensive worked examples and sample problems, downloadable input data for use with ANSYS software, homework problems and solutions, this book will develop the readers understanding of FEA and their ability to use ANSYS's software tools to solve their own particular analysis problems, and not just the ones set in the book.

- \* Develops a detailed understanding of finite element analysis and the use of ANSYS software by examples
- \* Ideal for students of engineering and professional engineers alike
- \* Exclusively structured around ANSYS software, with detailed and clear step-by-step instructions, worked examples, illustrative appli-

ISBN-13: 978-0-7506-6875-0

ISBN-10: 0-7506-6875-X

PUB DATE: December 2006

LIST PRICE: £24.99 36.95

FORMAT: Paperback

Approx. 450 illustrations

PAGES: c. 480

TRIM SIZE: 246 X 189 mm

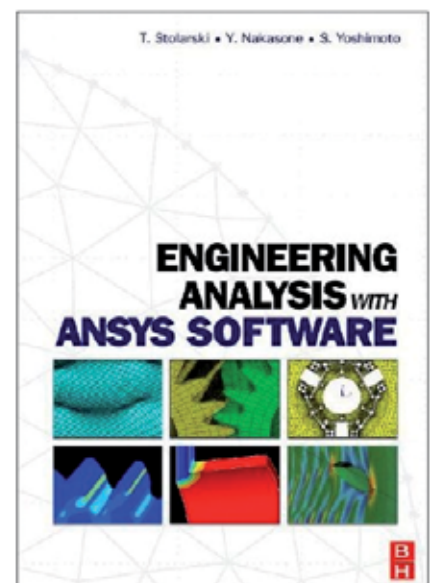
AUDIENCE: Students of mechanical, civil, electrical engineering taking Finite Element, modelling and analysis or related courses using ANSYS; professional engineers developing ANSYS skills

cations and downloadable code for users' own experimentation.

### TABLE OF CONTENTS

The Basics of the Finite Element method:

- Overview of ANSYS structure and visual capabilities;
- Application of ANSYS to stress analysis;
- Application of ANSYS to mode analysis;
- Application of ANSYS to fluid flow analysis;
- Application of ANSYS to thermo-mechanics;
- Application of ANSYS to contact between machine elements.



# Manuale dell'innovazione

Un progetto enciclopedico da un pull prestigioso di docenti e top manager

"Che cosa è l'innovazione? Quali sono i contesti organizzativi ed i processi che consentono di individuare le condizioni per innovare? Come fare ad innovare?"

## Strategia, organizzazione e tecnologia

Innovazione, un argomento di cui si parla sempre più insistentemente dalla fine degli anni Novanta e che da qualche anno sembra essere diventata anche per l'imprenditoria italiana la parola d'ordine.

La tematica, di importanza fondamentale, rimane spesso materia vaga e

inafferrabile vista l'ampiezza e la vastità degli argomenti che abbraccia e comprende. L'innovazione è infatti oggetto di numerosi e differenti studi in continua evoluzione, multidisciplinari ma interdipendenti, che spaziano dall'economia alla sociologia ed alle teorie aziendali.

Questo testo si propone come un compendio della materia, che aiuti a comprendere quali sono i contesti organizzativi ed i processi per individuare le condizioni per un'innovazione sosteni-



bile in chiave aziendale e macroeconomica.

Dopo un excursus sui principali studi economici ed aziendali, la trattazione si muove su argomenti specifici: dalla creazione e diffusione dell'innovazione ai percorsi economici necessari, all'organizzazione delle politiche a sostegno, all'analisi delle forme organizzative aziendali, alla tecnologia, ai sistemi di competenze e di change management necessari per sostenerla. Concludono il volume alcuni casi aziendali paradigmatici sui processi e percorsi innovativi.

Per informazioni sul prodotto: [servizioclienti.libri@ilsolare24ore.com](mailto:servizioclienti.libri@ilsolare24ore.com)

## TCN - SBE&S Series

*A new volume of the TCN Series will be available by next June. This issue, "Numerical Simulation of Foundry Processes" edited by Franco Bonollo and Stefano Odorizzi, will deal with the main numerical simulation techniques applied to different foundry sectors: steel, cast iron, aluminium and magnesium alloys. The presentation of significant case-studies will offer interesting hints on future developments of the sector and provide a good overview for professionals on metallic materials.*

Le attività editoriali del Consorzio TCN continuano ed entro giugno 2007 TCN Series on Simulation Based Engineering and Sciences (TCN - SBE&S Series) si arricchirà di un nuovo volume: "Numerical Simulation of Foundry Processes", curato da Franco Bonollo e Stefano Odorizzi.

Il volume si apre con un' ampio

panorama introduttivo dedicato alla simulazione numerica applicata ai processi di fonderia. Seguono altri quattro capitoli che affrontano rispettivamente i temi e le problematiche legate alle tecniche numeriche e alle loro applicazioni in fonderia (capitolo 2), ai processi e alle simulazioni riguardanti la fonderia dell'acciaio (capitolo 3), della ghisa (capitolo 4), delle leghe di alluminio e magnesio (capitolo 5). Il testo è completato dalla presentazione e dall'analisi di una serie di case-studies (capitolo 6) e da una articolata conclusione che riflette sugli orientamenti della ricerca nel settore e sui futuri sviluppi della simulazione numerica applicata ai processi di fonderia.

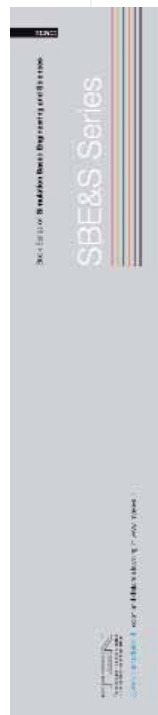
Il libro si rivolge agli studenti di Ph.D e agli ingegneri che usano la simulazione numerica per risolvere problemi connessi ai processi di fonderia e che inten-

dono sviluppare una approfondita e solida formazione di base relativamente ai materiali metallici.

Sempre per la TCN - SBE&S sono disponibili i volumi:

- Giorgio Zavarise; Peter Wriggers; Udo Nackenhorst (Eds.) • "A Guide for Engineers to Computational Contact Mechanics" Consorzio TCN, Trento, 2006, pp. 176  
ISBN-10 88-95176-00-6 • ISBN-13 978-88-95176-00-0
- Jose L. Pérez Aparicio (Ed.) • "Practical Applications Using Computational Contact Mechanics" Consorzio TCN, Trento, 2006, pp.225  
ISBN-10 88-95176-01-4 • ISBN-13 978-88-95176-01-7

Proposte per la serie possono essere spedite via e-mail agli Editor Series, Giorgio Fotia [[Giorgio.Fotia@crs4.it](mailto:Giorgio.Fotia@crs4.it)] o Cristina Marras [[tcn\\_marras@hotmail.com](mailto:tcn_marras@hotmail.com)]. Per ulteriori informazioni sui titoli segnalati: [TCN\\_marras@hotmail.com](mailto:TCN_marras@hotmail.com)





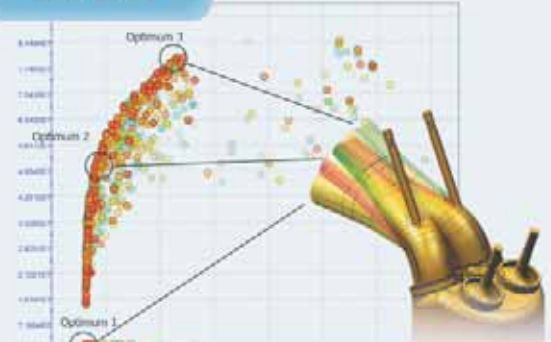
# modeFRONTIER

the multi-objective optimization and design environment

explore **new frontiers** of innovation

**modeFRONTIER** is a multi-objective optimization and design environment, written to allow easy coupling to almost any computer aided engineering (CAE) tool, whether commercial or in-house

## Design Optimization for CAE users



Easy and Powerful

## Process Integration

Running an analysis tool within the **modeFRONTIER** framework is extremely straightforward. There are no extra interfaces to license;

rather just one generic interface which can be used for virtually any CAE tool.

There are also direct interfaces for Excel, Matlab and Simulink; these programs can be used in their own right to perform an analysis, or to control another tool.

The same process integration techniques can be used to link different CAE applications; for example, **modeFRONTIER** has been used to perform a fluid-structure interaction analysis, where a CFD program and a non-linear FEM program were coupled. **modeFRONTIER** has been successfully run with a large number of commercial CAE and in-house tools, ranging from CAD software to FEM and CFD programs.



### Coupled Software

modeFRONTIER has been successfully run with many CAE tools, including: Abaqus, Ansys, Adams, AVL-tools, CATIA\*, CFX, Excel\*, GT-Power, Icem, Xuli, LS-Dyna, Madymo, Magma, Marc, Matlab\*, Nastran/Patran, Pro/E, Star-CD, Solidworks, Wave, Wamit  
(\* direct integration nodes)

## Design Optimization

With **modeFRONTIER** only few steps are required for achieving your goals

- Describe the problem (parameterize)
- Set goals (objectives)
- Choose the optimization strategy

Using a wide set of DOE (Design of Experiment) and Optimization Algorithms, modeFrontier efficiently searches the design space for the optimum solution, or the Pareto Frontier (set of optimal design in a multi-objective problem)

Select the final design, with the help of modeFrontier's Decision Making tools



modeFRONTIER is a product developed by ESTECO srl - Italy

modeFRONTIER Community

**ESTECO srl**  
AREA Science Park  
Building E1 - Padriciano 99  
34012 Trieste  
Italy  
[www.esteco.com](http://www.esteco.com)

