

MINIMASTER RESIDENZIALE

FLUIDODINAMICA INDUSTRIALE
ANALISI E PROGETTO

2-29 Giugno 2003, Pula, Sardegna



[Dettagli dei corsi](#)

Corso Turbolenza

Introduzione:

frattali, la cascata di energia autosimilare, altri processi frattali della fisica;

Vorticità e Caos:

vorticità bidimensionale, l'effetto della viscosità, sistemi di vortici puntuali;

Vorticità Tridimensionale:

cinematica, dinamica, la viscosità e la scala di Burger, interazione tra vortici e tra vortici e pareti;

Strumenti Statistici:

analisi di Fourier, correlazioni e funzioni di struttura, spettri;

La Cascata di Kolmogorov:

la cascata tridimensionale, scale di lunghezza caratteristiche, turbolenza anisotropa e non omogenea, l'equazione dell'energia;

Turbolenza in Flussi con Gradiente:

turbolenza in flussi senza frontiere, effetti di miscelamento e possibilità di controllo; turbolenza in flussi con parete, il ruolo delle strutture coerenti;

Simulazione Numerica di Flussi Turbolenti:

la simulazione diretta (DNS), la simulazione "Large Eddy" (LES), le simulazioni basate sulla formulazione mediata delle equazioni di Navier-Stokes (RANS).

Corso Multifase**INTRODUZIONE:**

Esempi di flussi multifase; Definizioni fondamentali; Complicazioni nelle equazioni di conservazione dovute alla presenza di una seconda fase.

FLUSSI TURBOLENTI DISPERSI:

Dinamica di particelle. Forze agenti su una particella. Interazione particella-particella. Interazione particella-parete. Approccio Euleriano-Euleriano e Approccio Euleriano-Lagrangiano. Approccio Lagrangiano: Particle tracking; Metodi di tracciamento; Metodi di interpolazione; Applicazione a metodi DNS. One-way coupling; Two-way coupling. Modelli di sottogriglia: applicazione a metodi LES e RANS. Simulazione numerica di flussi con interfacce e superficie libera.

MODELLAZIONE FISICA DELLE INTERFACCE:

Moto di gocce e bolle. Flussi con superficie libera deformabile. Metodi a griglia fissa. Metodi VOF

Corso Combustione

Thermodynamics of reactive mixtures;
conservation equations for the flow of reactive mixtures;
transport phenomena and chemical kinetics;
homogeneous combustion;
well stirred reactors;
ignition and thermal explosions;
combustion waves;
Rankine-Hugoniot diagram;
deflagrations and detonations;

structure of premixed flames with Arrhenius kinetics;
high activation energy asymptotics;
stability of premixed flames;
hydrodynamic and thermo-diffusive instabilities;
Markstein length;
diffusion-controlled combustion;
Burke-Schumann limit;
strained diffusion flames;
the ignition regime, premixed regime and extinction regime;
vaporization and combustion of droplets;
diffusion flames in jets and plumes;
ignition fronts (triple flames) in mixing layers;
flame anchored in the near wake of an injector.

Heat Transfer & CFD

Modulo di Termofluidodinamica Computazionale e Scambi Termici

INTRODUZIONE ALLA TRASMISSIONE DEL CALORE

- Cenni ai principali meccanismi di trasmissione del calore.
- Convezione: strato limite idrodinamico e termico; gruppi dimensionali caratteristici.
- Flussi laminari e turbolenti: necessità dei modelli di turbolenza e delle funzioni di parete.

INTRODUZIONE ALLA TERMOFLUIDODINAMICA COMPUTAZIONALE

- Cenni storici.
- Equazioni di interesse.
- Approcci risolutivi: DNS, LES, RANS, URANS.

PROBLEMI AI VALORI INIZIALI

- Campo di applicazione.
- Richiami di teoria.
- Metodi di ampio utilizzo.
- Accuratezza e stabilità.
- Cenni ai concetti di dissipazione e dispersione numerica, con esempi.

EQUAZIONE DI TRASPORTO

- Cenno alla natura matematica delle equazioni.
- Alcune modalità di soluzione numerica.
 - Volumi finiti
 - Generalità.
 - Proprietà di conservazione.
 - Disposizione delle variabili.
 - Cenno ad alcuni metodi di discretizzazione. Centrali ed upwind.
 - Cenno al caso di griglie non strutturate.
 - Elementi Finiti
 - Generalità.
 - Metodo dei residui pesati.
 - Funzioni di forma.
 - Mappatura degli elementi.
 - Esempio risolutivo.

EQUAZIONI DI CONSERVAZIONE DELLA QUANTITÀ DI MOTO

- Flussi incomprimibili
 - Funzione di corrente e vorticità.
 - Soluzioni in variabili primitive.
 - Equazione di Poisson per la pressione.
 - Metodi time-splitting.
 - Metodo SIMPLE e derivati.

- Flussi comprimibili
 - Equazioni per flussi comprimibili.
 - Discretizzazione spaziale: schemi upwind e TVD.
 - Discretizzazione temporale.
 - Schema di Beam e Warming.
 - Schema di Runge-Kutta.

-Corso codici commerciali (CFX-ICEM)

Ci si prefigge in 3 mezza giornate di fornire le rudimentali manualità su un codice commerciale per potere affrontare i problemi industriali proposti nel MiniMaster.

La scelta del codice commerciale è caduta su CFX (versione 5.6 e ci si limita ad un unico codice commerciale per potere eseguire nell'arco di un solo mese il completo percorso culturale, teoria, manualità codice, esercizi, tutorial) che per le sue caratteristiche di GUI userfriendly in fase di PRE e POST processing permette un rapido apprendimento.

Inoltre il nuovo solutore RANS accoppiato con metodi AMG agevola notevolmente la convergenza delle equazioni e dei bilanci, per gran parte degli scenari industrialmente affrontabili. Si vuole quindi limitare per quanto possibile la "taratura" numerica del codice da parte dei professional, dando così modo di concentrarsi sugli aspetti più squisitamente fisico-ingegneristici della CFD: turbolenza, condizioni al contorno, analisi critica dei risultati, etc.

L'attività dei tre giorni prevede quindi l'utilizzo in fase di PRE-Processing di CFX5 per la definizione della fisica dei domini di calcolo, le condizioni al contorno, e l'accuratezza numerica (schemi, iterazioni, etc.).

Si prevede inoltre la verifica di un calcolo di mescolamento termico, con convergenza numerica e controllo sui bilanci massivi ed entalpici.

L'apprendimento delle più elementari operazioni di post-processing: grafici vettoriali, plottaggi di pressione, streamlines, medie pesate sull'area e-o sulla massa, scalari di post-processing etc. completano il corso base sul solutore

Nb. Le mesh (in questa fase) saranno già preparate.

Nelle successive 3 mezza giornate ci si prefigge di fornire la manualità per l'esecuzione di meshature tridimensionali mediante il modulo Hexa di ICEM-CFD.

Anche in questo caso per problemi di tempo, ci si limita a fare acquisire esperienza sulla creazione di mesh ad esaedri, che sono comunque le discretizzazioni di volume tutt'oggi più utilizzate per calcoli rigorosi nella CFD (poca diffusione numerica e sensibilità sullo schema).

Una sensitività tra mesh diverse e schemi differenziali verrà comunque illustrata nell'esercizio dei promotori dove una mesh a tetraedri sarà preimpostata.

L'attività prevede quindi di acquisire i concetti di riduzione topologica mediante l'approccio TOP-DOWN, le revisioni topologiche mediante algoritmi di splitting e soprattutto mediante revisioni con O-GRID locali.

Particolare attenzione verrà dedicata alle leggi di infittimento a parete per problemi di strato limite, e-o dipendenti dalla particolare scelta effettuata in fase di soluzione per il modello di turbolenza e la funzione di parete.

Nb. Le geometrie saranno già preparate, le mesh no.

Esercizio promotori

In queste 2 mezze giornate ci si prefigge di illustrare attraverso 2 esercizi guidati:

A problemi di diffusione numerica in funzione di griglie diverse (tetra ed hexa) con leggi di infittimento diverse ed in funzione di diversi schemi differenziali (primo, secondo ordine, blending...).

B analisi condotte con promotori di turbolenza con mesh diverse, effetto dei promotori sulla turbolenza, sulle perdite di carico, sugli scambi termici e sui bilanci.
Analisi di trade-off Delta P ed HTC

Case Study HTC

Si tratta di risolvere mediante le conoscenze acquisite di CFD, modelli di turbolenza, tecniche di meshatura e funzionalità di post-processing un problema di scambio termico a parete. Contrariamente all'esercizio precedente, questo case study verrà semplicemente impostato dal trainer e si prefigge di verificare con una applicazione 2D molto realistica, le conoscenze acquisite durante il minimaster.

Si tratterà quindi dopo un breve impostazione da parte del trainer di meshare (con l'obiettivo di calcolare HTC) uno statore di paletta di turbina, flussarlo, postprocessarlo con rendimento ed andamento del coefficiente di scambio termico, proponendo (dopo 7 mezze giornate) alla verifica finale almeno due soluzioni in funzione di:

- sensibilità di mesh,
- di schema,
- di condizioni al contorno,
- di modello di turbolenza,
- di funzione di parete, etc.....

Nb. Un minireport preimpostato conforme agli standard professionali dovrà essere completato in fase di verifica finale.

Progetto

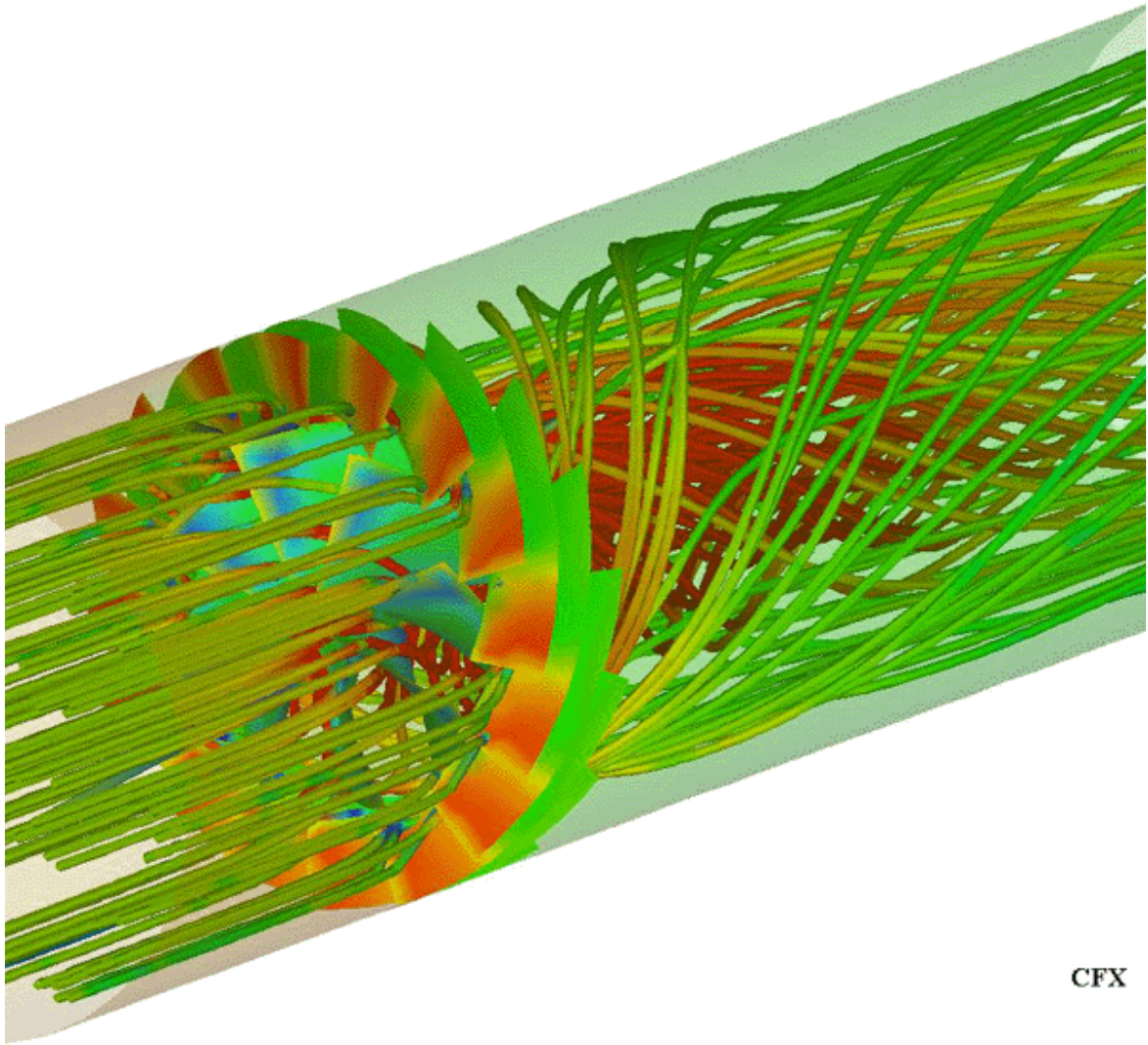
Al fine di completare il percorso formativo dei professional partecipanti al minimaster, i docenti propongono come fase finale lo sviluppo l'impostazione di un progetto vero e proprio attinente alla realtà industriale del partecipante.

Qualora il partecipante non avesse disponibili i dati per lo sviluppo di un progetto CFD, i docenti basandosi sul database delle passate esperienze possono proporre lo sviluppo di uno dei seguenti casi applicativi:

Consorzio TCN – Tecnologie per il Calcolo Numerico. Società Consortile a Responsabilità Limitata
Capitale Sociale Euro 100 000 : CF/Partita IVA 01756110225
21, Via Malfatti : 38100 Trento Tel. +39:0461:915391 Fax+39:0461:915926
6 Strada Ovest ZI Macchiareddu 09010: UTA Cagliari Tel. +39:070:2769.1 Fax+39:070:2796216

- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|--|
| A | Pompa Centrifuga | (girante, voluta) | problemi di interazione statore-rotore |
| B | Ventilatore assiale | | problemi di flussi secondari, problemi condizioni off-design |
| C | Bruciatore per caldaie | | radiazione e dimensionamento fuel staging |
| D | Bubble column | | multifase interazione gas-liquido, sgasamento superficiale |
| E | Aerodinamica | (problemi di mesh e modelli di turbolenza)
Profilo alare transonico
Modello autoveicolo | |
| F | Cavitazione su profilo
simili) | | (applicazione multifase per flussi in applicazioni di valvole, pompe e |
| G | Superficie libera | | (applicazione multifase per moti di pelo libero) |
| H | HVAC | | (modellazione abitacolo auto per problemi di scambio termico) |
| I | Condotto di scarico | | (duct flow ed analisi di perdite di carico) |

Nb. Si richiama all'attenzione dei professional che i docenti del core-course stimolano fortemente i professional a presentare un caso proprio, che qualora non potesse essere sviluppato completamente durante il mini-master, sicuramente può essere portato a termine durante il periodo di affitto gratuito del SW, disponibile entro i termini fissati nella locandina successivamente al Minimaster. Utilizzando così le giornate di (Progetto) del Minimaster nel set-up del caso con l'aiuto di tutor esperti, per poi continuarlo nella propria realtà industriale sempre avvalendosi dell'assistenza del proprio tutor.



CFX