

Proposte di Tesi di Laurea in Fluidodinamica

Tesi n. 1: Simulazione numerica dello Stallo Dinamico mediante una tecnica di confinamento della vorticità.

Lo stallo dinamico è un fenomeno aerodinamico di cruciale importanza per numerose applicazioni ingegneristiche: tra queste, ricordiamo lo stallo delle pale retrocedenti dei rotori di elicottero, lo stallo dinamico delle ali dei fighter in fase di manovra rapida e lo stallo dinamico delle pale di turbina eolica. In presenza di tale fenomeno si osserva un drastico incremento delle forze aerodinamiche massime agenti sulla struttura (anche 2-3 volte maggiori rispetto alle condizioni statiche), con conseguenti rischi di rottura per superamento dei limiti di resistenza, e forti instazionarietà del flusso, che inducono carichi aerodinamici fluttuanti responsabili di usura del sistema per fatica. La tecnica di confinamento della vorticità (VCM) è stata introdotta da Steinhoff per ovviare agli errori di diffusione della vorticità introdotti dagli schemi utilizzati per la risoluzione numerica delle equazioni della fluidodinamica. Tali errori possono risultare fuorvianti per lo studio di problemi dominati da strutture vorticosi, come appunto i problemi di stallo e stallo dinamico. L'obiettivo della tesi è implementare e validare una metodologia VCM per migliorare l'accuratezza di un codice proprietario di simulazione fluidodinamica sviluppato dal raggruppamento di fluidodinamica del CREA. L'attività di ricerca si svolge in collaborazione con il Prof. Bernard Grossman del National Institute of Aerospace di Hampton, Virginia. La metodologia VCM sarà poi utilizzata per lo studio di alcuni problemi difficili di aerodinamica degli elicotteri (problemi di stallo dinamico delle pale retrocedente e di stallo d'urto in estremità di pala avanzante).



Foto: stallo dinamico delle ali di un Tornado in fase di manovra rapida visualizzato grazie all'umidità presente nell'aria.

Proposte di Tesi di Laurea in Fluidodinamica (cont.)

Tesi n. 2: Sviluppo di un codice 3D non strutturato per flussi di gas denso

I codici non strutturati sono molto diffusi per le applicazioni industriali della fluidodinamica per la loro capacità di trattare agevolmente geometrie complesse. L'attività punta a sviluppare un codice non-strutturato 3D capace di simulare flussi di gas denso modificando il solutore fluidodinamico Hifun messo a punto dal Prof. Christophe Corre, dell' Institut National Polytechnique di Grenoble, Francia. La capacità di simulare flussi di gas denso, governati da equazioni di stato complesse e caratterizzati da fenomeni fluidodinamici anomali (come urti di espansione ed onde miste) è di grande interesse per diverse applicazioni nei campi dell'energetica, del trasporto e processamento di sostanze chimiche, e dell'aerodinamica (gallerie del vento ad alto numero di Reynolds). E' possibile prevedere un periodo di studio a Grenoble.

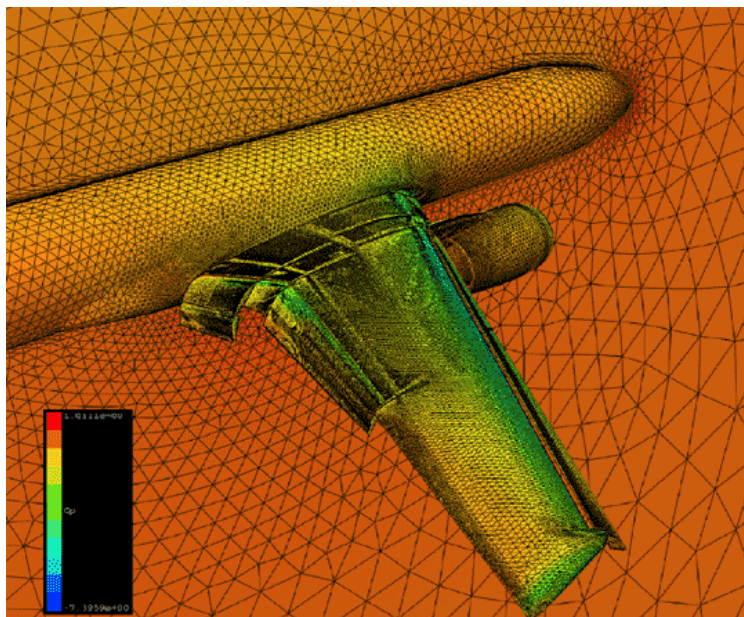


Figura: Griglia non strutturata e linee iso-pressione per un Boeing 777.

Proposte di Tesi di Laurea in Fluidodinamica (cont.)

Tesi n. 3: Ottimizzazione di forma in presenza di incertezze

Si vogliono sviluppare metodi per l'ottimizzazione di forma in presenza di incertezze sulle proprietà del fluido di lavoro, e di incertezze geometriche, dovute ad esempio alle tolleranze di lavorazione. Tale approccio è essenziale per evitare di cadere su soluzioni sovraottimizzate, che a fronte di piccoli scostamenti sui dati portano a un forte deterioramento delle prestazioni rispetto a quelle previste. Questa tematica, estremamente innovativa e con enormi ricadute potenziali sul modo di concepire la progettazione di sistemi ingegneristici, viene portata avanti in collaborazione con il Prof. Pediroda, dell'Università degli Studi di Trieste.

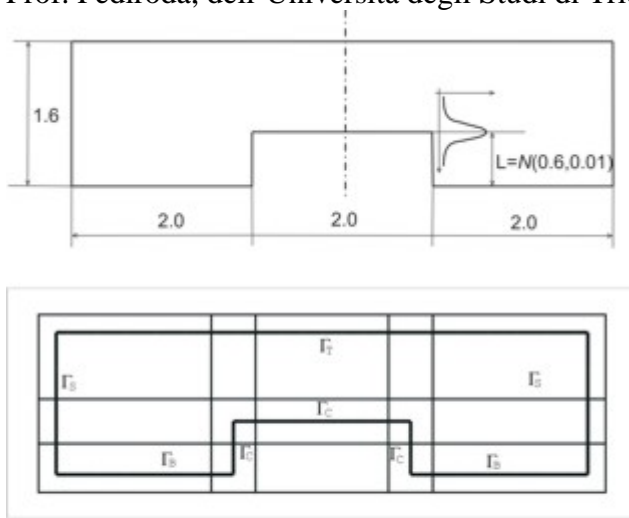


Figure: Stochastic domain of stationary heat conduction problem in an electronic chip and schematic of the computational fictitious domain for the problem under study.

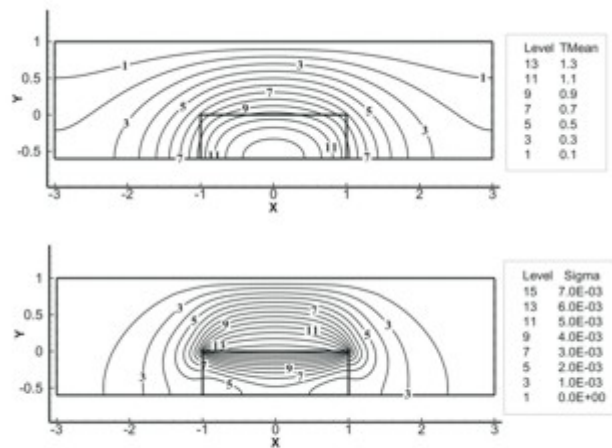


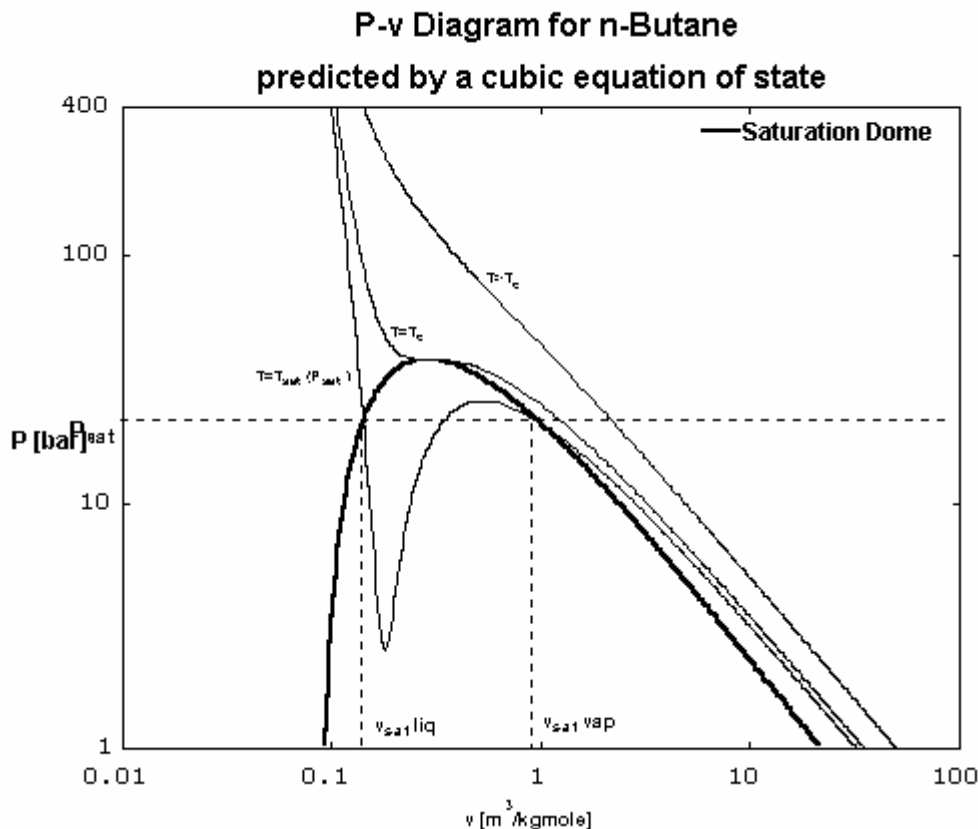
Figure: Contours of temperature distributions in the electronic chip: mean and standard deviation fields.

Figura: Incertezze dovute alle tolleranze geometriche (l'altezza del gradino è trattata come una variabile aleatoria gaussiana) sul campo di temperatura di un microchip.

Proposte di Tesi di Laurea in Fluidodinamica (cont.)

Tesi n. 4: Studio di equazioni di stato ad elevata accuratezza efficienti per la CFD

La progettazione di componenti turbomacchinistiche avanzate per turbogeneratori a ciclo Rankine passa per lo sviluppo di metodologie di simulazione sempre più accurate ed affidabili, sia dal punto di vista modellistico che dell'accuratezza numerica. Il presente lavoro di tesi è focalizzato sull'aspetto modellistico, e prevede lo sviluppo di equazioni di stato molto accurate per lo studio di vapori saturi. In particolare, si prenderanno in considerazione modelli termodinamici per il vapor d'acqua e per vapori di fluidi organici basso-bollenti con struttura molecolare complessa e caratterizzati da elevati calori specifici. Tali fluidi risultano di utilizzo più efficiente, rispetto al vapor d'acqua, per cicli che sfruttano sorgenti di calore a bassa temperatura, quali fonti solari, geotermiche, e cascami di calore da lavorazioni industriali. I modelli termodinamici sviluppati potranno essere di tipo analitico, con scelta opportuna delle variabili termodinamiche indipendenti al fine di evitare il ricorso a procedure iterative per il calcolo delle proprietà termodinamiche richieste dalla procedura di calcolo CFD, o basate su tecniche di regressione mediante reti di neuroni.



Proposte di Tesi di Laurea in Fluidodinamica (cont.)

Tesi n. 5: Sviluppo di algoritmi di ottimizzazione ibridi genetico/gradiente per l'ottimizzazione di forma in aerodinamica

Gli algoritmi genetici sono metodi di ottimizzazione molto popolari in ambito ingegneristico per la loro grande robustezza (capacità di determinare l'ottimo globale di problemi multi-modali), la loro flessibilità, la loro capacità di trattare agevolmente problemi multi-obiettivo e problemi con vincoli complessi. Tali algoritmi sono tuttavia costosi dal punto di vista computazionale e poco efficienti dal punto di vista della velocità di convergenza verso la soluzione ottima. Gli algoritmi basati sul gradiente, viceversa, sono veloci ed efficienti, ma poco robusti e di difficile applicazione a problemi multiobiettivo e con vincoli complessi. Il presente lavoro di tesi punta a sviluppare un algoritmo di ottimizzazione ibrido, che ai classici operatori genetici di cross-over, mutazione, selezione ed elitismo combina un operatore di tipo gradiente. Lo scopo è ottenere una metodologia che combini le proprietà più favorevoli dei due approcci. L'algoritmo sarà poi applicato a problemi di ottimizzazione di forma in aerodinamica esterna (profili alari) ed interna (palette di turbomacchina).

