



UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE in Ingegneria Civile

Classe LM23

Insegnamento di Fluidodinamica

S.S.D. ING-IND/06 – 9 C.F.U. – A.A. 2014-2015

Docente: Prof. Daniele Chiappini

E-mail: daniele.chiappini@unicusano.it

(solo per comunicazioni interne e amministrative)

Nickname: [chiappini.daniele](#)

Presentazione del corso

Il corso di fluidodinamica è inserito all'interno del secondo anno della laurea specialistica in Ingegneria Civile ed è diviso in sette moduli. Nel primo si ricordano brevemente i concetti di base della termodinamica e gli strumenti matematici utilizzati; nel secondo si introduce e si caratterizza l'equazione di conservazione dell'energia per i sistemi di interesse; nel terzo si inizia l'analisi multidimensionale e si derivano le equazioni fondamentali di Navier-Stokes; nel quarto si introducono le basi della turbolenza e dello strato limite; nel quinto si analizza dettagliatamente il vento all'interno dello strato limite atmosferico; nel sesto si analizza il comportamento aerodinamico dei corpi tozzi; infine, nel settimo si introducono i principali fenomeni aeroelastici.

Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 7 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide e video lezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia. All'interno di tali moduli sono inoltre presenti dei test di autovalutazione, tramite i quali ogni studente può valutare la propria preparazione e prendere coscienza di quali siano, eventualmente, i suoi punti deboli e le sue lacune sui vari argomenti del programma. Tutti gli studenti sono fortemente incoraggiati a svolgere i test di autovalutazione durante la propria attività di studio.

Il regolamento didattico del Corso di Laurea prevede che lo studente sia in grado di prepararsi a sostenere l'esame nell'arco di un periodo di 12 settimane. Nel programma che segue, il docente

suggerisce una scansione temporale per la preparazione di ogni macro-argomento del programma. Accanto a tale scansione temporale, si trova un'indicazione con i moduli di riferimento e i relativi test di autovalutazione.

In piattaforma è possibile accedere alle classi virtuali, supervisionate dal docente. All'interno della classe virtuale gli studenti possono collaborare allo sviluppo di progetti comuni, discutere nei forum, supportarsi a vicenda nella comprensione dei contenuti e nello sviluppo degli elaborati. Le classi virtuali rappresentano quindi uno strumento di grande importanza del processo di apprendimento ed hanno come scopo principale quello di favorire il dialogo e il confronto tra gli studenti che, in un determinato periodo didattico, stanno preparando il medesimo esame. Gli studenti sono dunque fortemente incoraggiati a partecipare attivamente all'attività del forum.

Propedeuticità

Non vi sono esami propedeutici alla preparazione del corso di Fluidodinamica.

Tuttavia, è necessario che lo studente che si avvicina alla preparazione di questa materia abbia una buona padronanza di alcuni argomenti di matematica di base, di fisica e termodinamica applicata.

Ricevimento studenti

Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Videoconferenza

<http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica>

Orario delle lezioni

Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Lezione

<http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica>

Date degli appelli

Consultare il calendario alla pagina <http://www.unicusano.it/date-appelli/appelli-ingegneria> per gli appelli nella sede di Roma, e alla pagina <http://www.unicusano.it/date-appelli/appelli-sedi-esterne> per gli appelli nelle sedi esterne.

Programma del corso

Introduzione ai concetti di base – settimana 1:

Scalari, vettori e tensori, Divergenza, gradiente e rotore, Divergenza, Gradiente, Rotore, Teoremi fondamentali, Primo principio della termodinamica, Secondo principio della termodinamica, Terzo principio della termodinamica, Modulo di elasticità, Streamline e streamtube, Flussi stazionari e non-stazionari, Viscosità e sforzi, Numeri adimensionali, Numero di Reynolds, Numero di Mach, Flusso laminare, Flusso laminare, turbolento, Coefficiente di attrito.

L'Equazione di Conservazione dell'Energia – settimana 2 - Test Modulo 02:

Equazione di conservazione dell'energia per sistemi aperti e sistemi chiusi, Le grandezze totali (o di ristagno), Entalpia totale, Temperatura totale, Velocità del suono totale, Pressione totale, Densità totale, Rappresentazione delle grandezze totali nel piano T-s, Considerazioni sulla regioni di efflusso, Analisi delle velocità di riferimento, L'Equazione di Bernoulli, Il tubo di Pitot, Il tubo di Venturi, Gli effetti del numero di Mach sulla compressibilità.

Analisi di Flussi Multi-dimensionali ed Equazioni di Navier-Stokes – settimane 3, 4 - Test

Modulo 03:

Sistema di riferimento cartesiano, Descrizione lagrangiana ed euleriana, Equazioni di continuità, Equazioni della quantità di moto, Gli sforzi viscosi - Il tensore degli sforzi, Le equazioni di Navier-Stokes, Soluzioni esatte delle equazioni di Navier-Stokes, Flusso tra lastre piane parallele, Flusso di Couette.

Turbolenza e Strato Limite – settimane 5,6 - Test Modulo 04:

Principali fenomenologie della turbolenza, Influenza della vorticità, Presenza simultanea di scale molto diverse, La turbolenza è un fenomeno dissipativo, Analisi di flussi turbolenti, Equazioni di Reynolds, Viscosità turbolenta e lunghezza di mescolamento, Turbolenza omogenea e isotropa, Lo strato limite, Equazioni di Prandtl, Separazione dello strato limite.

Caratterizzazione del Vento nello Strato Limite Atmosferico – settimane 7, 8 - Test Modulo 05:

Termodinamica dell'atmosfera, Radiazione solare e terrestre, Radiazione nell'atmosfera, Compressione ed espansione dell'aria, Conduzione molecolare e dei vortici Eddy, Evaporazione e condensazione del vapor d'acqua, Forze idrodinamiche dell'atmosfera, Gradiente di pressione in direzione orizzontale, Forza di Coriolis indotta dalla rotazione terrestre, Vento geostrofico, Effetti dell'attrito, Definizione dei moti atmosferici, La circolazione generale, La circolazione secondaria o di natura termica, Cicloni extratropicali, Venti locali, Spettro di potenza della velocità del vento, Analisi della turbolenza nello strato limite atmosferico, Chiusura delle equazioni del moto medio, Chiusura delle equazioni del moto turbolento medio, La spirale di Ekman, Lo strato limite turbolento di Ekman, Lo strato limite atmosferico nel DT 207/2008.

Comportamento Aerodinamico dei Corpi Tozzi – settimane 9, 10, 11 - Test Modulo 06:

Strato limite e separazione, Vortici in un flusso bidimensionale, Resistenza, portanza e momento, Moti tridimensionali, Casi semplificabili a flusso bidimensionale, Casi tridimensionali, Variazione temporale delle forze aerodinamiche in un flusso turbolento, Forze di drag, Coefficienti di pressione su edifici a pianta rettangolare, Fluttuazioni di pressione sulla faccia sopravento, Fluttuazioni di pressione sulla faccia sottovento, Velocità di picco.

Fenomeni Aeroelastici – settimane 11, 12 - Test Modulo 07:

Equazione del moto generalizzata, Misura dello smorzamento, Spostamento generalizzato, Distacco di vortici, Modellazione del distacco di vortici, Galloping, Modellazione del galloping, Galloping di scia, Modellazione del galloping di scia, Divergenza torsionale, Modellazione della divergenza torsionale, Flutter, Equazione del moto per un sistema a 2 GDL, Forza di lift e di coppia torcente, Buffeting, Il problema del buffeting per un impalcato di un ponte, Interferenze tra i corpi.

Riferimenti bibliografici

1. Dispense del docente.
2. *Fundamentals of Compressible Flow*, S.M. YAHYA, Wiley Eastern Limited
3. *Elementi di Fluidodinamica - Un'introduzione per l'Ingegneria*, G. Riccardi - D. Durante, Springer
4. *Turbulent Flows*, S.B. Pope, Cambridge University Press
5. *Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni*, CNR-DT 207/2008
6. *Lezioni di Ingegneria del Vento*, C. Borri, S. Pastò, Firenze University Press

Obiettivi formativi:

Il corso si pone l'obiettivo di introdurre allo studente i principali strumenti per l'analisi della dinamica dei fluidi comprimibili. Si derivano le equazioni di Navier-Stokes necessarie per lo studio di un gran numero di processi ingegneristici. Dopo aver definito quelle che sono le relazioni

caratteristiche per i flussi laminari si descrive la fenomenologia dei flussi turbolenti. Le conoscenze acquisite servono per l'analisi delle correnti atmosferiche. Infine si analizzano l'aerodinamica dei corpi tozzi e le interazioni tra le correnti ventose e le strutture, definendo quelli che sono i principali comportamenti aero-elastici. Si forniscono, anche alcune basi tecniche suggerite dal decreto tecnico di riferimento.

Risultati di apprendimento attesi:

Padronanza nella risoluzione dei problemi proposti sulla conservazione dell'energia e sul bilancio della quantità di moto. Analisi di flussi turbolenti. Comprensione delle interazioni tra le correnti ventose e le strutture.

Programma ridotto:

Per gli studenti che devono sostenere l'esame ridotto si concorderà il programma da studiare in funzione delle specifiche esigenze a seguito dello studio del CV dello studente.

Modalità d'esame e di valutazione

L'esame consiste in una **prova scritta** della durata di 90 minuti, sia quando svolto nella sede di Roma, sia quando svolto in un polo esterno.

Non è prevista una prova orale obbligatoria.

Tuttavia, gli studenti che hanno sostenuto la prova scritta presso la sede di Roma, conseguendo un voto almeno pari a 18/30, possono chiedere in modo del tutto facoltativo di sostenere una prova orale. Tale prova consisterà in una interrogazione sui teoremi e dimostrazioni sviluppati durante il corso, nonché in applicazioni dei concetti acquisiti tramite lo svolgimento di piccoli esercizi. L'esito di tale prova orale facoltativa può, ovviamente, contribuire ad accrescere il voto finale ottenuto dallo studente, ma anche farlo decrescere in caso di una prova scarsa.

Durante la prova scritta **NON** è consentito utilizzare dispense, appunti, testi o formulari in formato cartaceo né digitale. L'uso della calcolatrice è consentito solo nel caso di calcolatrici scientifiche non programmabili.

Daniele CHIAPPINI

DATI PERSONALI

nazionalità: italiana

e-mail daniele.chiappini@unicusano.it

nick-name chiappini.daniele

ISTRUZIONE & LAVORO

Ricercatore di tipo A presso Università degli Studi Niccolò Cusano (Via don Carlo Gnocchi 3, 00166, Roma, RM, Italy).

08.05.2014 –
ad oggi

- Professore Aggregato del Corso di Fluidodinamica (ING-IND/06) – Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica – LM33
- Professore Aggregato del Corso di Fluidodinamica (ING-IND/06) – Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile – LM23
- Attività di Ricerca: Modellazione numerica di flussi multifase, Analisi delle performance di schiume metalliche, Modellazione di celle a combustibile.

Impiegato Tecnico – Leader Professionale Meccanica Fredda – Ente Sviluppo Motopropulsori presso la Ferrari S.p.A. (Maranello, MO, Italy).

27.02.2012 –
11/04/2014

- Coordinatore gruppo sviluppo e validazione del componente turbo su applicazione motore Ferrari
- Esecuzione test di Validazione e Funzionali su motore Turbo-Benzina
- Installazione motore al banco, approvvigionamento componenti necessari al test, analisi guasti/rotture, esecuzione test in accordo alle procedure interne, analisi dati, reportistica, interfacciamento continuo con design/progettazione per definizione componenti.

Engine Development and Validation Responsible Engineer presso la General Motors Powertrain Europe (Torino, TO, Italy).

07.06.2010 –
24.02.2012

- Sviluppo Motore Turbo-Diesel di media taglia normativa Euro 6
- Validazione Motore Turbo-Diesel di media taglia – Contenuti CO2 reduction normativa Euro 5
- Calibrazione della curva di Full Load – Analisi e definizione dei limiti ingegneristici/tecnologici che permettano il corretto funzionamento del sistema.
- Calibrazione in Vettura – Calibrazione delle curve di full load a diverse altitudini (prove sul livello del mare ed in quota). Matching tra risultati ottenuti al Banco Prova e in Vettura.
- Attività di Turbomatching – Scelta del turbocompressore che meglio si adatta al rispetto della curva di coppia/potenza target. Dialogo con il fornitore per il miglioramento e lo sviluppo continuo del turbo selezionato.
- Attività di Injector Screening – Scelta del flow number e del nozzle number che permetta di raggiungere le performance con le minori emissioni inquinanti (soprattutto in termini di fumosità). Confronto con la calibrazione ai carichi parziali per cercare il minimo delle emissioni inquinanti.
- Test di Validazione del Turbocompressore – Test eseguiti assieme al fornitore per valutare le possibili criticità nel turbo selezionato. Vengono effettuate prove fortemente dinamiche che permettano di sollecitare il turbo a diversi carichi. Analisi delle sollecitazioni e della lubrificazione dell'housing turbo.
- Test su Circuito Acqua – Analisi della distribuzione del flusso di acqua all'interno del motore e dei sistemi interessati. Prove in transitorio per determinare la corretta apertura del termostato ed il conseguente flusso di acqua all'interno del radiatore.
- Test di Durata motore – Test che permette di analizzare il comportamento del motore attraverso un ciclo che rappresenti la vita utile. Analisi dei componenti a fine test per evidenziare eventuali criticità. Rapporti

con fornitore e laboratori metrologici per effettuare analisi specifiche su componenti critici.

- Installazione motore al banco, approvvigionamento componenti necessari al test, analisi guasti/failure, esecuzione test in accordo alle procedure interne, analisi dati, reportistica (End Of Test, Test Report), calibrazione mappe centralina, interfacciamento continuo con design/progettazione per definizione componenti.

30.06.2010	Discussione della Tesi di Dottorato presso l'Università di Roma TOR VERGATA (Roma, RM, Italy) del corso di Ingegneria dell'Energia Ambiente dal titolo "Numerical Analysis of Multiphase Flows Through Lattice Boltzmann Method"
marzo 2010 – giugno 2010	Assegnista di Ricerca presso l'Università della Tuscia (VT) con una borsa dal titolo "Sviluppo di un modello di calcolo multifase per applicazioni industriali". L'attività svolta durante l'assegnato di ricerca è stata principalmente indirizzata allo sviluppo di un codice parallelo per la simulazione tridimensionale di flussi multifase mediante approccio cinetico. Partendo dai risultati ottenuti durante il dottorato di ricerca si è perfezionata la formulazione del modello 3D ed è stato scritto un codice parallelo in fortran che permetta l'analisi dei processi fluidodinamici che interessano le dinamiche di interfaccia tra due fasi differenti, quali ad esempio acqua-vapore.
01.11. 2009 (inizio 11.2006)	Termine del Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Energia-Ambiente presso l'Università di Roma TOR VERGATA. Durante i tre anni di dottorato di ricerca, il principale filone di ricerca è rappresentato dalla modellazione e dallo sviluppo di un codice di calcolo che analizzi il comportamento delle interfacce tra due diverse fasi di due fluidi immiscibili. Sono stati dettagliatamente analizzati i fenomeni di break up primario (rottura di getti) e di break up secondario (rottura di gocce) ma anche il comportamento di gocce coalescenti. Un secondo filone di ricerca è rappresentato dalla modellazione zero dimensionale di impianti energetici complessi con fuel cell. Più specificatamente sono stati analizzati impianti combinati con Molten Carbonate Fuel Cell utilizzate per la rimozione della CO ₂ a valle dei tradizionali impianti di produzione di energia elettrica. Una seconda applicazione è stata la definizione e la caratterizzazione di un modello di calcolo elettro-chimico per la simulazione di Solid Oxide Fuel Cell. Tale modello elettro-fluidodinamico è stato integrato in un codice di calcolo più generale che consente l'ottimizzazione di impianti combinati per la produzione dell'energia elettrica. Tutte le attività svolte hanno portato alla stesura di articoli pubblicati o presentati a livello internazionale e riportati nell'elenco delle pubblicazioni di seguito allegato.
31.08.2009	Invited Speaker presso il New Jersey Institute of Technology per un seminario dal titolo "Simulation of Multiphase Flows through Kinetic Approach "
giugno 2009 – settembre 2009	Visiting Student at the City College University of New York (New York, NY, USA). Sviluppo ed implementazione di modelli multiphase applicati al metodo Lattice Boltzmann.
febbraio 2009 – aprile 2009	Visiting Student at ALSTOM Power – TTTFT Department (Birr, CH). Studio e sviluppo di un impianto combinato per la produzione di energia elettrica mediante l'utilizzo di fuel cells.
ottobre 2007 – gennaio 2008	Visiting Student presso l'RWTH ITV - Institut für Technische Verbrennung (Aachen, Germania). Sviluppo ed implementazione di un modello innovativo di combustione (G-Equation).
28.07.2007	Esame TOEFL (Test Of English as Foreign Language) votazione 98/120.
marzo 2007	Abilitazione alla professione di Ingegnere Meccanico .
01.11.2006	Inizio corso di dottorato in Ingegneria dell'Energia-Ambiente presso l'università di Roma "Tor Vergata" (durata legale tre anni).

04.10.2006 **Laurea di secondo livello in Ingegneria dei Sistemi Energetici** conseguita presso l'Università degli Studi di L'Aquila con la tesi "MODELLI DI COMBUSTIONE APPLICATI ALLO STUDIO DI MOTORI AD ACCENSIONE COMANDATA", relatore Ch.mo Prof. Michele ANATONE, votazione 110L/110 con menzione per merito sotto riportata.

"La Commissione, all'unanimità, esprime il più vivo apprezzamento per il brillante curriculum e per l'eccellente qualità della tesi di laurea che si ritiene degna di pubblicazione."

aprile 2006 –
luglio 2006 **Stage presso la FIAT Powertrain Technologies presso il reparto Powertrain Research and Development Mechanical and Fluid-Dynamics Analysis Department** durante il quale è stato sviluppato il lavoro oggetto della tesi di laurea.

07.10.2004 **Laurea di primo livello in Ingegneria Meccanica** conseguita presso l'Università degli Studi di L'Aquila con la tesi "ANALISI TEORICO SPERIMENTALE SUL COMPORTAMENTO MECCANICO DI UN MATERIALE COMPOSITO PROGETTATO PER LA REALIZZAZIONE DI STAMPI", relatore Ch.mo Prof. Antonio DE PAULIS, votazione 110L/110 con menzione per merito sotto riportata.

"La Commissione, all'unanimità, esprime il più vivo apprezzamento per il brillante curriculum e per l'eccellente qualità della tesi di laurea che si ritiene degna di pubblicazione."

luglio 2004 **Stage di un mese presso l'ATR Group nei reparti Engineering e Research & Development** durante il quale è stato sviluppato il lavoro oggetto della tesi di laurea.

luglio 2001 **Diploma di maturità classica** conseguito presso il L.C.S. "D. Cotugno" di L'Aquila, votazione 95/100.

luglio 2000 **Diploma di solfeggio e teoria musicale** conseguito presso il Conservatorio Statale "A. Casella" di L'Aquila, votazione 8/10.

LINGUE STRANIERE

Ottima conoscenza scritta e parlata della lingua inglese.
Buona conoscenza scritta e parlata della lingua francese.

CORSI DI AGGIORNAMENTO

03.03.2008
08.03.2008 **An Introduction to Lattice Boltzmann Methods for Complex Flow Simulation** presso CNR (Consiglio Nazionale della Ricerca) – Roma.

26.06.2007 **Corso per Studenti di Dottorato in Modellazione dei Motori a Combustione Interna** presso l'Università di Modena-Reggio Emilia.

novembre 2006
– maggio 2007 **Corso Avanzato in Fluidodinamica e Turbolenza.** Prof. R. Verzicco, Politecnico di Bari.

CONOSCENZE INFORMATICHE

Buona conoscenza dei software **Microsoft OFFICE** (testi, fogli di calcolo, presentazioni, database), **Autodesk AUTOCAD** (applicazioni CAD), **Adobe PHOTOSHOP** (elaborazione immagini), **Matlab & Simulink** (programmi di calcolo), **Ansys** (modelli agli elementi finiti), **Altair Hypermesh** (modelli agli elementi finiti), **Star-CD Adapco** (calcoli fluidodinamici), **Ansys FLUENT & GAMBIT** (calcoli fluidodinamici), **ETAS Inca** (Calibrazione ECU), **AVL Concerto** (post-processing); buona conoscenza degli ambienti di lavoro WINDOWS, LINUX e MACOSX.

HOBBIES E INTERESSI

musica (pianoforte, chitarra), cinematografia (thriller, horror, documentari), lettura (narrativa italiana e straniera), modellismo.

ATTITUDINI LAVORATIVE

Propensione al lavoro d'equipe, interesse per le problematiche energetiche e motoristiche e di calcolo strutturale-fluidodinamico.

PUBBLICAZIONI RIVISTE INTERNAZIONALI

- 1 D. Chiappini, G. Bella, S. Succi, F. Toschi, S. Ubertini, **Improved Lattice Boltzmann without parasitic currents for Rayleigh-Taylor instability** – Communication in Computational Physics - 2009

- 2 D. Chiappini, G. Bella, S. Succi, S. Ubertini, **Applications of Finite-Difference Lattice Boltzmann Method to Breakup and Coalescence in Multiphase Flows** – International Journal of Modern Physics C (IJMPC) 20, Issue: 11(2009) pp. 1803-1816

- 3 G. Bella, D. Chiappini, S. Ubertini, **Modeling liquid break-up through a kinetic approach** – SAE 2009-24-0023 – ICE09 – Capri (NA) – Promoted To TransactionsSAE

- 4 D. Chiappini, L. Andreassi, E. Jannelli, S. Ubertini, **Ultra low CO2 emission MCFC based power plant** – Journ. Of Fuel Cell Science and Technology, 8 (2011).

- 5 G. Falcucci, S. Ubertini, C. Biscarini, S. Di Francesco, D. Chiappini, S. Palpacelli, A. De Maio, S. Succi, **Lattice Boltzmann Methods for multiphase flow simulations across scales** – Commun. Comput. Phys., 9 (2011), pp. 269-296.

- 6 D. Chiappini, A. Facci, L. Tribioli, S. Ubertini, **SOFC management in distributed Energy systems** – Journ. Of Fuel Cell Science and Technology, 8 (2011).

- 7 G. Falcucci, S. Ubertini, D. Chiappini, S. Succi, **Modern Lattice Boltzmann Methods for Multiphase Micro-Flows** – IMA Journal of Applied Mathematics (Institute of Mathematics and Its Applications) (2011).

PUBBLICAZIONI CONGRESSI INTERNAZIONALI

- 1 L. Andreassi, D. Chiappini, E. Jannelli, S. Ubertini, **Ultra low CO2 emission MCFC based power plant** – IMECE2009 - 12648