Syllabus

Descrizione corso

Titolo insegnamento	Metodi avanzati per la progettazione di macchine a fluido
Codice insegnamento	42181
Titolo aggiuntivo	
Settore Scientifico-Disciplinare	IIND-06/A
Lingua	Inglese
Corso di Studio	Corso di laurea in Ingegneria Industriale Meccanica
Altri Corsi di Studio (mutuati)	
Docenti	dr. Jacopo Carlo Alberizzi, JacopoCarlo.Alberizzi@unibz.it https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/38725
Assistente	dr. Mohsen Fatehi
Semestre	Secondo semestre
Anno/i di corso	3
CFU	6
Ore didattica frontale	36
Ore di laboratorio	24
Ore di studio individuale	90
Ore di ricevimento previste	18
Sintesi contenuti	The course can be intended as a container of fluid dynamic knowledge directly applicable in the field of mechanical engineering - therefore, Computational Fluid Dynamics (CFD) will be treated as a means by which to address engineering problems in the field of fluid machines design. The attempt that will be proposed here is to hold together as much as possible a purely knowledge-based approach to the basic subject matter - that is, CFD and the numerical methods involved - with an applied one - the use of programming, computational and simulation tools - whose aim is to develop all through the course typical case studies of

	turbomachines. • Conservation equations and Finite volume method; • Computational approach for fluid dynamics: from geometry to post-processing; • Evaluation and choice of spatial discretization, temporal discretization, and turbulence models; • Practical applications to turbomachinery design.
Argomenti dell'insegnamento	Le lezioni frontali sono state strutturate secondo i seguenti moduli: • Modulo 0 – Introduzione alla CFD, alle equazioni differenziali parziali e al calcolo vettoriale. • Modulo 1 - Fondamenti di fluidodinamica: concetti di base; il concetto di conservazione; conservazione della massa; conservazione della quantità di moto e delle forze in un fluido; conservazione dell'energia; equazioni di Navier-Stokes. • Modulo 2 - Introduzione alla turbolenza: esperimento di Reynolds; vortici e vorticità; strati limite; scale di turbolenza e cascata di energia; turbolenza nel CFD. • Modulo 3 - Il metodo dei volumi finiti (FVM): l'approccio computazionale, FVM: concetti principali; definizione delle celle; discretizzazione del termine diffusivo; il problema della convezione-diffusione; proprietà delle equazioni discretizzate; schemi di discretizzazione avanzati; schemi di primo ordine; schemi di ordine superiore; sintesi degli schemi di discretizzazione; discretizzazione temporale. • Modulo 4 - Metodi numerici: eliminazione gaussiana; metodo di Jacobi; metodo di Gauss-Seidel; sistemi mal condizionati; accoppiamento pressione-velocità. • Modulo 5 - Risoluzione di un problema CFD: un approccio pratico: creazione della geometria; mesh; proprietà fisiche e dei fluidi; condizioni al contorno; procedura di soluzione; inizializzazione; convergenza; post-elaborazione. Le esercitazioni pratiche includeranno alcuni esempi di base di CFD sviluppati in ambienti ANSYS. Successivamente, la progettazione di

	apparecchiature di turbomacchine quali pompe, compressori e turbine sarà trattata in modo approfondito utilizzando l'ambiente ANSYS, secondo le seguenti sezioni: 1) Introduzione alle turbomacchine: classificazione delle macchine, applicazioni delle leggi fondamentali della termodinamica e della meccanica dei fluidi, come utilizzare gli standard e i diagrammi di ingegneria. 2) Progettazione del ciclo delle turbomacchine: progettazione della linea media, flusso attraverso, terminologia delle pale, generazione della geometria delle pale, applicazione del CFD. 3) Introduzione ai moduli ANSYS per le turbomacchine: moduli Vista per la progettazione della linea media, modulo BladeGen, modulo Blade Editor, Turbo Grid e CFX. 4) Applicazione del modulo per la progettazione: utilizzando i moduli, verranno progettati diversi tipi di esempi, dalla progettazione unidimensionale alla simulazione CFD, e verranno analizzati i risultati.
Parole chiave	Computational Fluid Dynamics, metodi numerici, metodi dei volumi finiti, Ansys
Prerequisiti	Analisi matematica, equazioni differenziali, macchine a fluido
Insegnamenti propedeutici	
Modalità di insegnamento	Il corso consiste in lezioni frontali in cui gli argomenti vengono presentati dal docente; verranno utilizzate presentazioni digitali. Le esercitazioni pratiche saranno svolte utilizzando PC - se necessario, verrà prenotata un'aula informatica.
Obbligo di frequenza	Not compulsory, but strongly suggested.
Obiettivi formativi specifici e risultati di apprendimento attesi	The course of Advanced Methods for Fluid Machine Design is a compulsory course for the curriculum in Energy in the Bachelor of Industrial and Mechanical Engineering and it is an elective course for all the other curricula. It belongs to the scientific sector of Fluid Machines (ING-IND/08) and it consists of 36 hours of frontal lectures and 24 hours of practical exercises. The main specific educational objectives include:

	• understanding the theoretical global aspects underlying computational fluid dynamics (CFD) • understanding the basics of turbulence and its modeling in CFD • understanding the basic theoretical aspects of the finite volume method (FVM) • acquire the fundamental knowledge for a correct definition of a CFD problem • apply the fundamental aspects of CFD to fluid machines. Intended Learning Outcomes (ILO) Knowledge and understanding 1. Fundamental understanding of the Finite Volume Method and its use in CFD 2. Fundamental knowledge on the computational approach used in CFD for solving fluid machines related problems Applying knowledge and understanding 3. Ability to qualitatively and quantitatively define the stages required to solve a fluid dynamic problem according to the dictates of CFD Making judgements 4. Ability to evaluate discretization methods and major flow models (laminar and turbulent) 5. Critical approach to computational solutions, consciously questioning elements such as computational domain, computational mesh, and flow modeling parameters. Communication skills 6. Ability to structure and communicate a typical study-case in applied CFD for fluid machines Ability to learn 7. Ability to autonomously extend the knowledge acquired during the study course by reading and understanding.
Obiettivi formativi specifici e risultati di apprendimento attesi (ulteriori info.)	na

Modalità di esame	- Valutazione sommativa: 50% esame scritto: l'esame scritto consiste in quattro domande aperte sugli argomenti trattati nei cinque moduli; ILO valutati: 1, 2, 3, 4, 5, 6. 50% progetto: il progetto consiste nella redazione di una relazione tecnica su un caso di studio assegnato. Il caso di studio si basa sulle esercitazioni pratiche sviluppate durante il corso con il software ANSYS; ILO valutati: 3, 4, 5, 6.
Criteri di valutazione	Gli studenti regolarmente iscritti al terzo anno del corso di laurea triennale in Ingegneria Industriale e Meccanica possono frequentare le lezioni e sostenere l'esame. Altri casi eccezionali devono essere discussi con il docente. Esame scritto L'esame scritto valuta la conoscenza e la comprensione degli argomenti trattati nel corso, nonché la capacità di applicarli a casi di studio e di formulare giudizi. Saranno presi in considerazione i seguenti criteri: • Conoscenze teoriche (sia fondamentali che applicate) • Capacità di fornire esempi/applicazioni dei concetti teorici • Capacità di affrontare un problema CFD considerando gli aspetti pratici chiave evidenziati durante gli esercizi • Capacità di comunicazione e padronanza del linguaggio tecnico Progetto (relazione tecnica) Il progetto di lavoro mira a valutare le competenze più puramente applicative in termini di analisi della fisica di un problema fluidodinamico, capacità decisionali sulla scelta delle caratteristiche di simulazione, chiarezza espositiva e argomentativa dei risultati. Il progetto sarà svolto anche durante le ore di esercitazione; pertanto, la partecipazione e il coinvolgimento personale faranno parte della valutazione finale. L'esame sarà ponderato come segue: parte scritta (15/30), progetto (15/30).
Bibliografia obbligatoria	Slide delle lezioni e dispensa ufficiale del corso
Bibliografia facoltativa	"Computational Fluid Dynamics - Principles and Applications", J.

	Blazek “A Guide to Fluid Mechanics” - H. Wang, Beihang University, Beijing, translated by Y. Zhang, School of Computer and Software Engineering, Nanyang Institute of Technology – Cambridge university Press “The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics” – F. Moukalled, L. Magnani, M. Darwish
Altre informazioni	na
Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs)	Energia rinnovabile e accessibile, Lotta contro il cambiamento climatico, Innovazione e infrastrutture